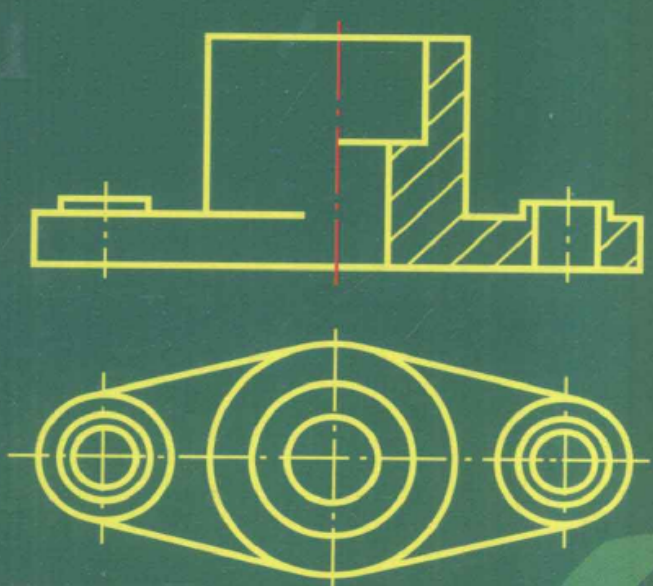
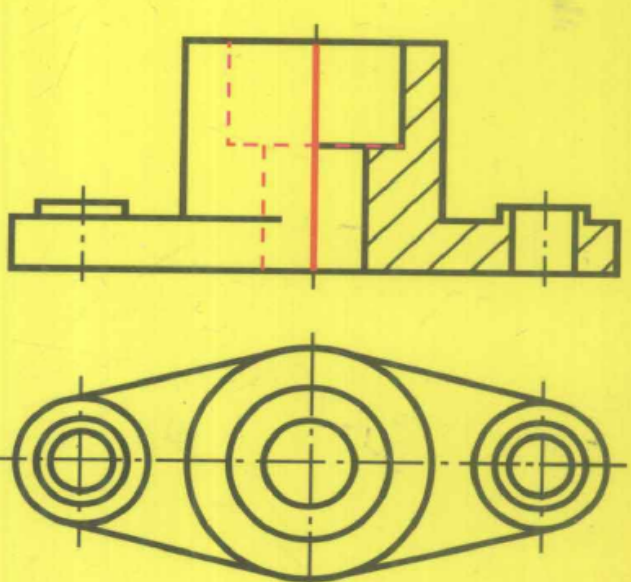
机械制图

正误对比300例

余晓琴　尹业宏　主编





机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

ISBN 978-7-111-31822-4

封面设计/电脑制作：姚毅

根据心理学的研究，当有可对比的事物出现的时候，尤其是异同比较，对比鲜明，人对事物的印象会大大增强，因此异同比较是一种卓有成效的学习方式。把正误对比这种思维方式系统化地引入到机械制图的各项内容，可以有效地帮助读者提高对制图各种表达法的认知效率，从而绘制出高质量的机械图。

上架指导：工业技术/机械工程/机械制图

ISBN 978-7-111-31822-4

9 787111 318224 >

地址：北京市百万庄大街22号　邮政编码：100037
电话服务　网络服务
社服务中心：(010)88361066　门户网：http://www.cmpbook.com
销 售 一 部：(010)68326294　教材网：http://www.cmpedu.com
销 售 二 部：(010)88379649　封面无防伪标均为盗版
读者服务部：(010)68993821

定价：33.00元

机械制图正误对比300例

主　编　余晓琴　尹业宏

副主编　海　燕　王　琳　杨晓红

参　编　（按姓氏笔画排序）

文秀兰　王瑜蕾　王　静　付凤岚

刘桂红　邬述晖　吴荐辕　吴晓明

张逊娅　李克勤　杨怀玉　肖荷生

胡　敏　黄　丽

机械工业出版社

机械制图是唯一能准确表达技术思想的工具。图样的优劣直接关系着设计的质量。本书采用正误对比的方式，系统化地把制图中典型的错误与正确画法进行了对比及点评，以帮助读者更深刻地理解和运用机械制图的各种表达法、国家标准规定、工艺与图样的关系，有效提高认知效率。

本书涵盖了机械制图领域的各项内容，有基本体、组合体、机件表达法、轴测图、标准件规定画法、零件图、装配图等。此外考虑到模具、化工设备有其自身的特点，因此本书也专设了相应的内容。

本书版式新颖，图文并茂，可供机械设计工作者、各院校中相关专业的学习者使用，也可供相关技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

机械制图正误对比300例/余晓琴，尹业宏主编. —北京：机械工业出版社，2010.9

ISBN 978-7-111-31822-4

Ⅰ.①机… Ⅱ.①余…②尹… Ⅲ.①机械制图 Ⅳ.①TH126

中国版本图书馆CIP数据核字（2010）第175917号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：李万宇 责任编辑：王 婧 版式设计：霍永明

责任校对：张玉琴 封面设计：姚 毅 责任印制：杨 曦

保定市中画美凯印刷有限公司印刷

2011年1月第1版第1次印刷

169mm×239mm · 14印张 · 2插页 · 283千字

0001—3000册

标准书号：ISBN 978-7-111-31822-4

定价：33.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务 策划编辑：（010）88379732

社服务中心：（010）88361066 网络服务

销 售 一 部：（010）68326294 门户网：http://www.cmpbook.com

销 售 二 部：（010）88379649 教材网：http://www.cmpedu.com

读者服务部：（010）68993821 **封面无防伪标均为盗版**

前　言

机械制图是表达机械产品的唯一工具，是技术领域中的“语言”。对企业来说，如何保证图样和技术文件的质量、保证图样的标准化，是一个重要课题；对学生以及对各工科院校来说，画好机械图是保证课程设计、毕业设计质量的必要前提。由于机械制图包含的内容多，涉及面广，有投影理论、制图标准、绘图技法、工艺、国家标准等，绘制出高质量的机械图往往需要大量的时间反复实践练习。

根据心理学的研究，当有可对比的事物出现时，尤其是异同比较，由于对比鲜明，人对事物的印象会大大增强，是一种卓有成效的学习方式。正是基于此，我们把正误对比这种高效率的思维方式系统化地引入到机械制图的各项内容中，编绘了这本包含正确与错误对比图例及相关点评的书，以帮助学习者更深刻地理解和运用机械制图的各种表达法、国家标准规定、工艺与图样的关系等内容，有效提高认知效率。我们希望本书能为那些机械设计工作者、工科院校中相关专业的学习者最终画出高质量的图样助一臂之力。

本书中的图例来自学生作业、生产图样，以及某些公开出版的书籍，选取常见、典型的错误进行正误对比，涵盖了机械制图领域的各项内容，有基本体、截切和相贯、组合体、机件表达法、轴测图、标准件规定画法、零件图、装配图等。此外考虑到有些在设计生产一线的工作者可能没有及时了解到国家标准的修订信息，因此本书安排了新旧标准的异同对比内容；又由于模具、化工设备有其自身的特点，其表达也各有特点，因此还安排了相关内容。本书可作为机械设计者、相关专业大中专生、自考生绘图时的备查手册。

本书由湖北工业大学机械工程学院、武汉理工大学机械工程学院等多所院校的老师共同完成编著。余晓琴负责该书的策划及统稿，余晓琴、尹业宏、王琳、海燕、杨晓红负责该书的审稿及定稿。全书共八章。第一章由湖北工业大学杨怀玉、余晓琴，湖南工业职业技术学院杨晓红著；第二章由武汉理工大学王琳、肖荷生，湖北工业大学余晓琴、李克勤编著；第三章由徐州空军学院王静、武汉理工大学王琳编著；第四章由湖北工业大学邬述晖、尹业宏编著；第五章由湖北工业大学海燕、刘桂红、吴晓明、张逊娅，武汉理工大学付凤岚，湖南工业职业技术学院杨晓红编著；第六章由湖北工业大学余晓琴、海燕，武汉理工大学黄丽，吉林大学王瑜蕾，江汉大学文秀兰著；第七章由湖北工业大学尹业宏著；第八章由武汉理工大学付凤岚、湖南石油化工职业技术学院吴荐辕编著。撰写与编绘过程中，我们本着严谨、认真的态度进行，但限于时间与水平，如有错误或不妥之处，敬请各位专家和读者批评指正。此书得到了武汉航天航空仪表厂樊孝瑛高级工程师、湖北工业大学王为、魏兵、杨练根教授的支持和帮助，在此衷心地表示感谢！

最后祝读者朋友们工作如意，学习进步！

编著者

目　录

前言

第一章　基本体及组合体 …… 1

第一节　基本立体的投影 …… 1

一、平面立体 …… 1

二、曲面立体 …… 3

第二节　平面截切立体 …… 4

一、平面立体被截切 …… 4

二、平面截切回转体 …… 6

三、截切的其他注意事项 …… 10

第三节　两曲面立体相交 …… 17

一、普通相贯线 …… 17

二、特殊相贯线 …… 21

第四节　组合体 …… 25

一、表面连接关系 …… 25

二、实体与实体叠加组合 …… 26

三、切割式组合体 …… 27

四、尺寸标注 …… 28

第二章　机件表达法 …… 35

第一节　视图 …… 35

一、基本视图与向视图 …… 35

二、局部视图 …… 37

三、斜视图 …… 39

第二节　剖视图 …… 40

一、剖视图标注与画法的通用规则 …… 40

二、半剖视图 …… 47

三、平行平面剖切的剖视图 …… 49

四、相交平面剖切的剖视图 …… 53

五、斜剖视图 …… 54

六、局部剖视图 …… 55

第三节　断面图 …… 58

一、移出断面图 …… 58

二、重合断面图 …… 62

第四节　简化画法 …… 64

一、对称图形的简化 …… 64

二、成规律分布的重复结构 …… 65
第三章 轴测图 …… 69
第一节 轴测图的方向 …… 69
一、三种常用轴测图的比较与选用 …… 69
二、选用轴测图的注意事项 …… 70
第二节 画轴测图的典型错误 …… 72
一、漏线 …… 72
二、多线 …… 73
三、一般不画虚线 …… 74
四、相贯线 …… 74
第三节 轴测剖视图 …… 75
一、轴测图上的剖切平面的位置 …… 75
二、轴测图中的剖面线 …… 76
第四章 标准件和常用件 …… 78
第一节 螺纹及螺纹联接件 …… 78
一、螺纹的基本知识 …… 78
二、螺纹的规定画法 …… 78
三、螺纹的标注方法 …… 80
四、螺纹紧固件的画法 …… 80
五、螺纹紧固件的装配画法 …… 81
第二节 键和销 …… 83
一、键联接 …… 83
二、花键联接 …… 84
三、销联接 …… 85
第三节 滚动轴承 …… 86
一、滚动轴承的结构和分类 …… 86
二、滚动轴承的画法 …… 86
第四节 齿轮 …… 87
一、圆柱齿轮 …… 87
二、锥齿轮 …… 89
三、蜗轮、蜗杆 …… 90
第五节 弹簧 …… 92
一、弹簧的基本知识 …… 92
二、圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法 …… 92
第五章 零件图 …… 94
第一节 零件图的视图选择 …… 94
一、主视图的选择原则 …… 94
二、各类典型零件的主视图选择 …… 94
第二节 零件图的尺寸标注 …… 100

一、合理选择尺寸基准 …… 100
二、标注尺寸的要点 …… 103
三、尺寸在图上的标注位置与布置 …… 107
四、其他注意事项 …… 108
第三节 零件图上尺寸公差与形位公差的标注 …… 110
一、尺寸公差标注 …… 110
二、形位公差的标注 …… 111
第四节 零件表面粗糙度 …… 116
一、表面粗糙度的图形符号 …… 116
二、表面粗糙度符号的标注说明 …… 116
三、表面粗糙度在图样中的标注 …… 117
第五节 工艺结构的合理设计与表达 …… 118
一、铸件工艺结构 …… 118
二、焊接件工艺结构的表示 …… 121
三、机械加工常见工艺结构的表示 …… 124
第六章 装配图 …… 129
第一节 装配图的表达方法 …… 129
一、规定画法 …… 129
二、装配图特殊表达法 …… 131
三、简化画法 …… 133
四、其他注意事项 …… 134
第二节 合理的装配结构的表达 …… 136
一、有配合要求的圆锥面的顶面 …… 136
二、两个装配在一起的零件，在同一方向上的接触面只宜有一处 …… 137
三、减少加工面积的结构 …… 137
四、回转运动的零件上定位销与销孔的配钻结构 …… 137
五、轴承与定位结构的画法 …… 138
六、防止零件沿轴向窜动的结构 …… 138
七、剖切假想零件的画法 …… 139
第三节 装配图中的零件明细栏和零、部件序号的编排 …… 139
一、零、部件序号的编排 …… 140
二、标题栏与零件明细栏的绘制 …… 142
第四节 根据装配图拆画零件图 …… 145
一、零件视图的选择 …… 145
二、零件结构形状的处理 …… 145
第五节 常见的机械结构与装置 …… 147
一、传动装置与机构 …… 147
二、螺纹联接与传动 …… 149
三、联轴器联接 …… 152

四、铆钉铆接 …… 153
五、防松结构 …… 153
六、密封结构 …… 155
第六节 装配图实例 …… 158
一、铣刀头 …… 158
二、蝴蝶阀 …… 158
三、安全阀 …… 163
四、滑动轴承 …… 163
第七章 模具图 …… 170
第一节 模具装配图的要求及绘制方法 …… 170
一、模具装配图的要求 …… 170
二、模具装配图的绘制方法 …… 173
三、模具装配图实例 …… 174
第二节 模具零件图的要求及绘制方法 …… 196
一、模具零件图要求 …… 196
二、模具零件图绘制方法 …… 196
三、零件图实例 …… 196
第八章 化工设备图 …… 202
第一节 基础篇 …… 202
一、图幅 …… 202
二、文字、符号、代号及其尺寸 …… 203
三、焊缝符号 …… 203
四、尺寸、件号的标注 …… 203
五、表格的绘制及填写 …… 204
六、布图 …… 206
第二节 化工设备简化画法 …… 207
一、较长设备的断开表示法 …… 207
二、重复结构的简化画法 …… 208
参考文献 …… 213

第一章　基本体及组合体

形体简单的几何体称为基本体（基本立体）。形状较为复杂的立体，可假想是由基本体经过叠加、挖切等方式形成，因此称为组合体。如不考虑使用功能、加工工艺等因素，机器零件也可以被看作是组合体。基本立体的视图相对比较简单，组合体是在基本体的基础上变化得到的，因此熟练掌握各种基本立体的投影特性，是画好机械图的前提之一。

农业大学图书

第一节　基本立体的投影

基本体根据其表面的几何性质可分为平面立体、曲面立体两类。平面立体主要包括棱柱、棱锥等，曲面立体主要包括圆柱、圆锥、圆球等。

一、平面立体

平面立体的表面都是平面，平面图形是由直线组成，而两点可以确定一条直线，因此绘制平面立体的视图必须熟练掌握空间点、直线的投影知识。

平面立体分为棱柱体和棱锥体，它们都有各自的棱线，其中棱柱体的棱线互相平行，棱锥体的棱线在空间交于一点，称为顶点。因此，画棱柱体主要是要完成两端面以及连接两端面的各棱线；对棱锥体来说，主要是完成棱锥底面以及各棱线的投影。平面立体常见错误是可见性的判别。

如图 1-1 所示棱柱体的投影，从主视图可以看出：$A_1B_1C_1$ 是棱柱体的上表面，

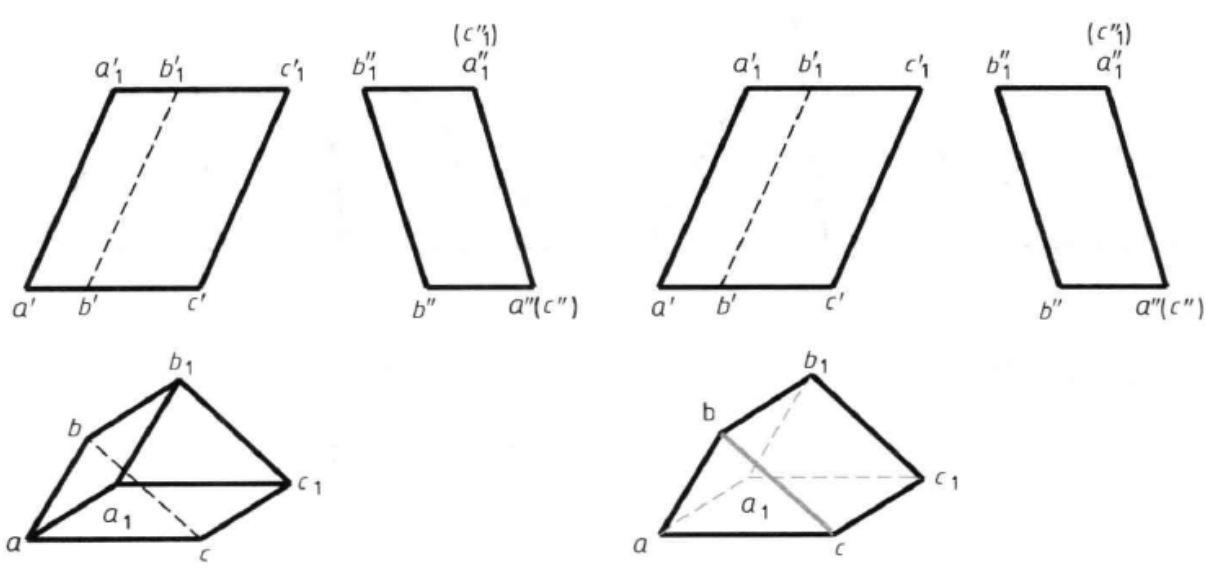


图 1-1　棱柱体棱线与上下表面边线的可见性

ABC 是棱柱体的下表面。因此在俯视图上，上表面三条边线的投影 a_1b_1、a_1c_1、b_1c_1 可见。下表面中的边线 *AB*、*AC* 的水平投影 *ab*、*ac* 由于在投影图的最外侧，因此可见；但边线 *BC* 的水平投影 *bc* 不可见，因此 *bc* 应画为虚线。正确画法如图 1-1a 所示。图 1-1b 的错误在于把上下表面的可见性混淆了。

如图 1-2 所示棱锥体的投影，*SA*、*SB*、*SC* 为它的三条棱线，*AB*、*BC*、*AC* 为它的底面三条边线。图 1-2b 为常见错误画法，主视图中棱线投影 *s'b'*、俯视图中棱线 *sa* 和底面边线投影 *bc* 的可见性不对。分析如下：首先底面是水平面，它的正投影积聚为一条直线，并且平行于 *X* 轴，图中 *a'b'c'* 即是。从水平投影可知，空间 *B* 点在 *A* 点和 *C* 点之后，所以 *B* 点的正投影不可见，所以图中标注为（*b'*）。由于 *b'* 不可见，因此棱线 *s'b'* 也不可见，应该画为虚线。俯视图中，棱线 *sa* 与底面边线 *bc* 都在棱锥体投影轮廓内，哪条线可见，容易画错。可以利用重影点判别它们的可见性。在俯视图上找出该两直线的重影点（即该两直线投影的交点），图中 1 和 2 即是。假设 1 点可见，2 点不可见，由于点在直线上，则点的投影必在直线的同面投影上，因此 1 和 2 点的正投影只能在 *s'b'* 和 *b'c'* 上；用点的投影规律，长对正到主视图上，在 *s'a'* 和 *b'c'* 分别可以得到一个交点。关键是哪一个交点是 1 点的正投影，哪一个是 2 点正投影呢？由于俯视图上 1 点可见，2 点不可见，因此可断定：在空间 1 点的位置应该比 2 点高，即在主视图上 1' 应该在 2' 之上，标注如图 1-2a所示。从主视图可知：1 点属于 *SA* 直线，由于俯视图中 1 点可见，所以可以推论 1 点所在的直线 *sa* 可见；由于 2 点的不可见，因此 2 点所在的直线 *bc* 也不可见。关于俯视图上 *sa* 是否可见，还可以用直观法判断，如图 1-2a 所示，主视图中箭头所指方向为俯视图的投射方向。图上箭头与 *s'a'* 间没有任何遮挡。这意味着在空间，我们从上往下看，可以看到 *SA* 直线，所以可以得出结论：*SA* 的水平投影 *sa*

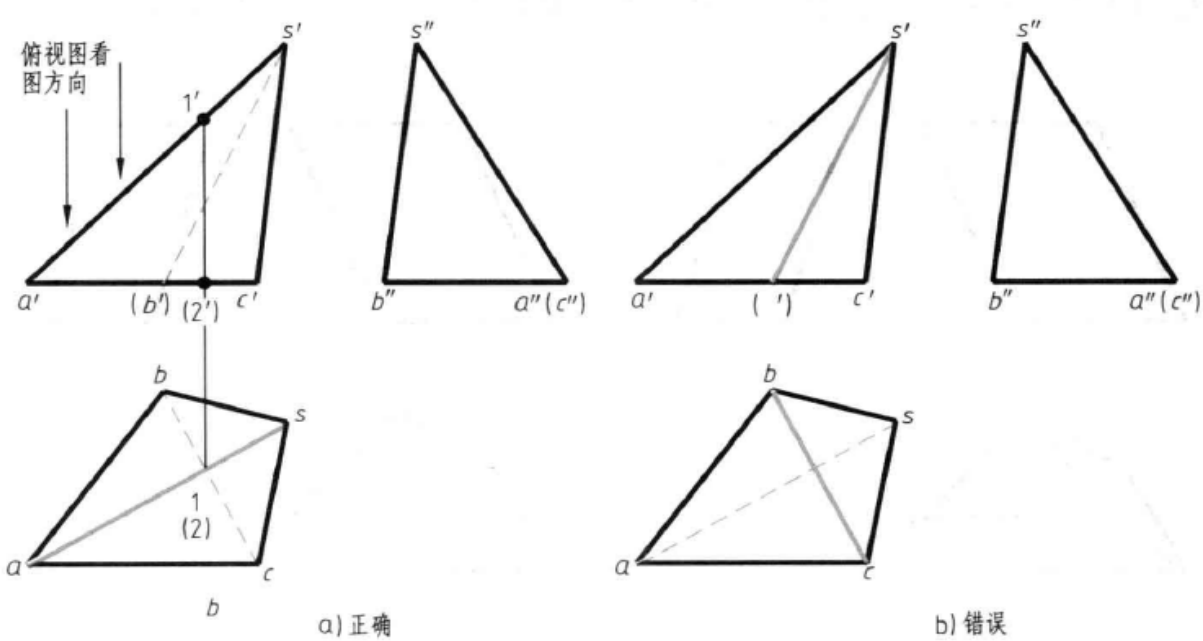


图 1-2 棱锥体棱线与底面边线的可见性

可见。因此，该三棱锥的正确画法如图 1-2a 所示。

二、曲面立体

回转体是常见的曲面立体，如圆柱体、圆锥体和球体。需要注意的是：回转体往往在两个投影面上的投影形状完全一样，但不同投影面上的投影所代表的空间几何意义却不一样。如图 1-4 所示，圆柱体的正投影与侧投影形状完全一样；又如图 1-3 所示，圆锥体的正投影与侧投影也完全一样；而对球体来说，其正投影、水平投影以及侧投影都完全一样。

如图 1-3 所示圆锥体投影，1-3b 是常见的错误画法：转向轮廓线不对。看起来图 1-3a 和图 1-3b 上图形完全一样，但仔细看左视图上点的标注，两者却是不一样的：图 1-3b 中的 a''、b''、c''和 d''在图上的位置与顺序与主视图完全一致，这点和图 1-3a 不一样。分析如下：在空间，SA、SC 分别是圆锥体上最左、最右侧的素线，它们是圆锥体前后方向的转向轮廓线；SB、SD 分别是圆锥体上最前、最后侧的素线，它们是圆锥体左右方向的转向轮廓线。主视图上 $s'a'$、$s'c'$分别在圆锥投影图的最左、最右位置，而左视图上 $s''a''$并不如主视图那样在投影的最左位置，$s''c''$也不在最右位置，它们都在投影的正中间，与点画线重合。为什么会这样呢？那是因为俯视图与左视图的对应关系如图 1-3a 中箭头所示。同样原因，正投影图上 $s'b'$、$s'd'$在投影的正中间位置与点画线重合，其中 $s'd'$不可见，而在侧投影图上，$s''b''$在投影图的右侧（左视图上右侧对应空间的前方），$s''d''$在投影图的左侧（左视图上左侧对应空间的后方）。

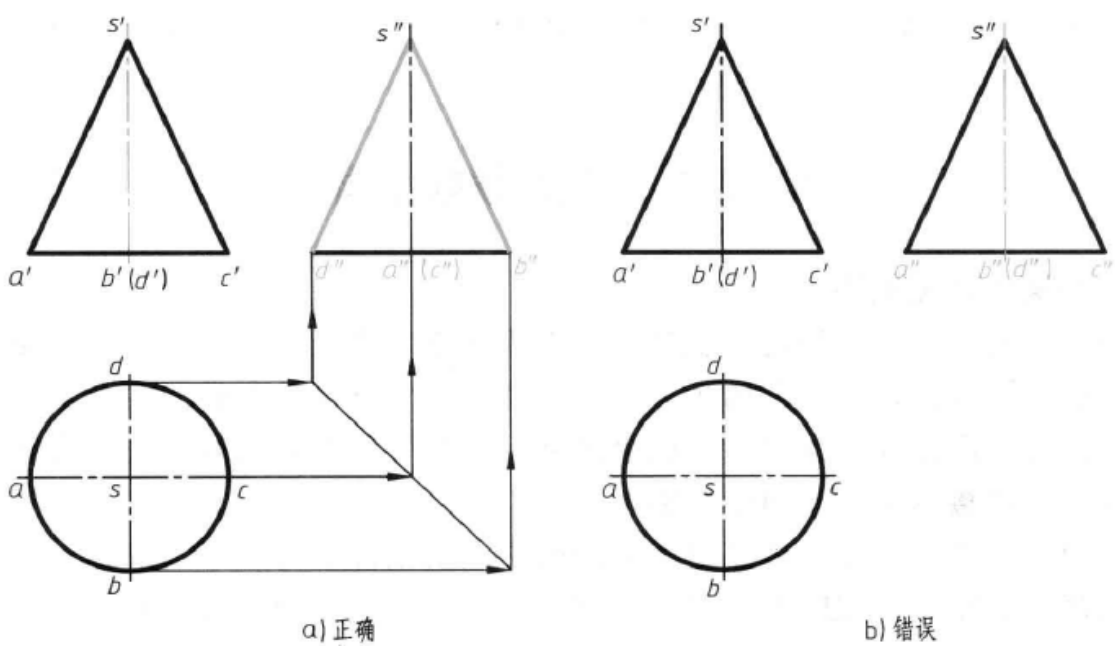
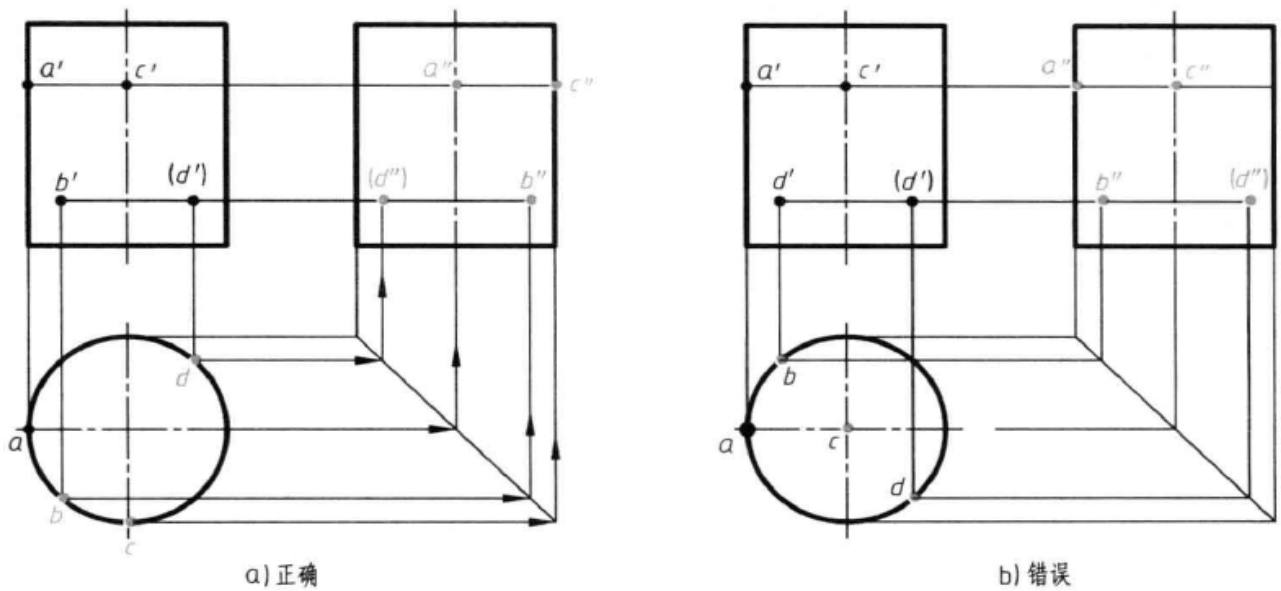


图 1-3　圆锥体转向轮廓线

其他回转体也应注意这样的问题。如图 1-4 所示，已知圆柱体表面上各点的正面投影，求它们的水平投影和侧投影。图 1-4b 是常见错误，分析如下：就 A 点和 C 点来说，从主视图来看，A 点在圆柱体最左素线上，C 点在圆柱体最前素线上，



a) 正确　　b) 错误

图 1-4　圆柱体表面上的点的投影

它们水平投影以及侧投影的正确位置如图 1-4a 所示。图 1-4b 中的错误在于没有弄清楚圆柱体空间最左、最前素线在侧投影图上的位置，以为和主视图上的位置相同。至于 B 点和 D 点，从主视图上看，由于 b'可见，空间 B 点在圆柱体的前表面，因此 B 点的水平投影 b 的正确位置如图 1-4a 所示，图 1-4b 俯视图中 B 点的水平投影 b 画在了圆柱体的后部，导致左视图上 B 点的侧投影 b''也错了。由于主视图上 d'不可见，因此空间 D 点在圆柱体的后表面，其水平投影 d 的正确位置如图 1-4a 所示，图 1-4b 俯视图中把 D 点的水平投影 d 画在了圆柱体的前部，导致左视图上 D 点的侧投影 d''也错了。

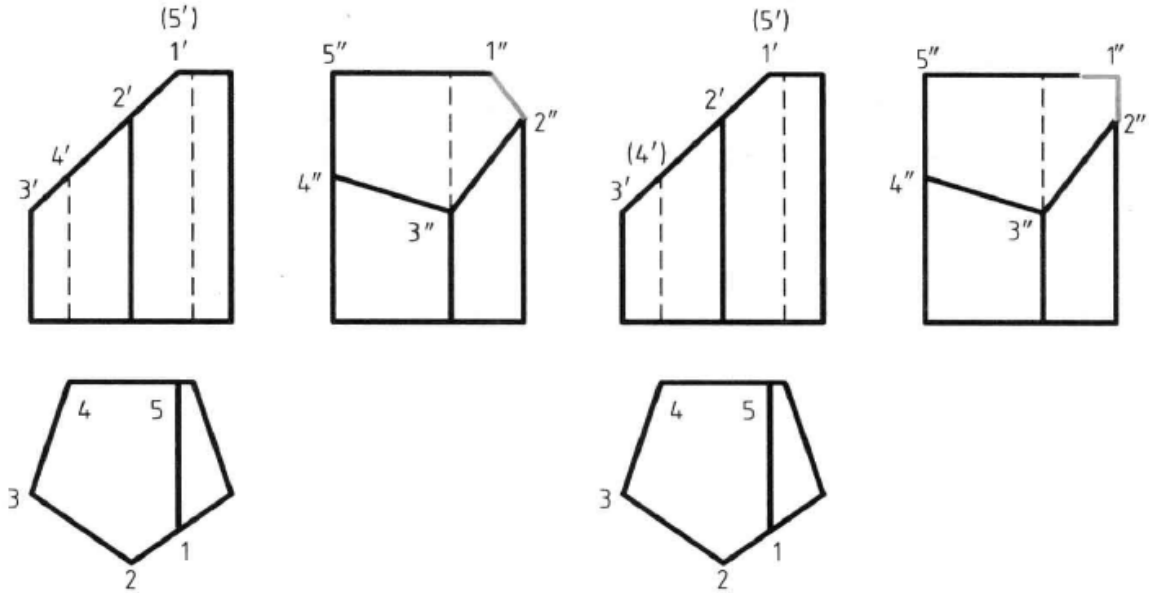
第二节　平面截切立体

一、平面立体被截切

平面立体被一平面截切时，截断面一般为平面多边形。该多边形的边是截平面与立体表面的交线，该多边形的顶点实质是截平面与立体的各棱线或上下表面边线的交点。因此，求截交线的问题，就是求截平面与平面立体的棱线或边线相交的问题，然后依次连接即为截断面的投影。

作图中需要注意的是：棱线与截平面的交点要全部求出，不可遗漏；立体有几个表面与截平面相交，截断面的多边形就对应有几条边，两者数量相等。

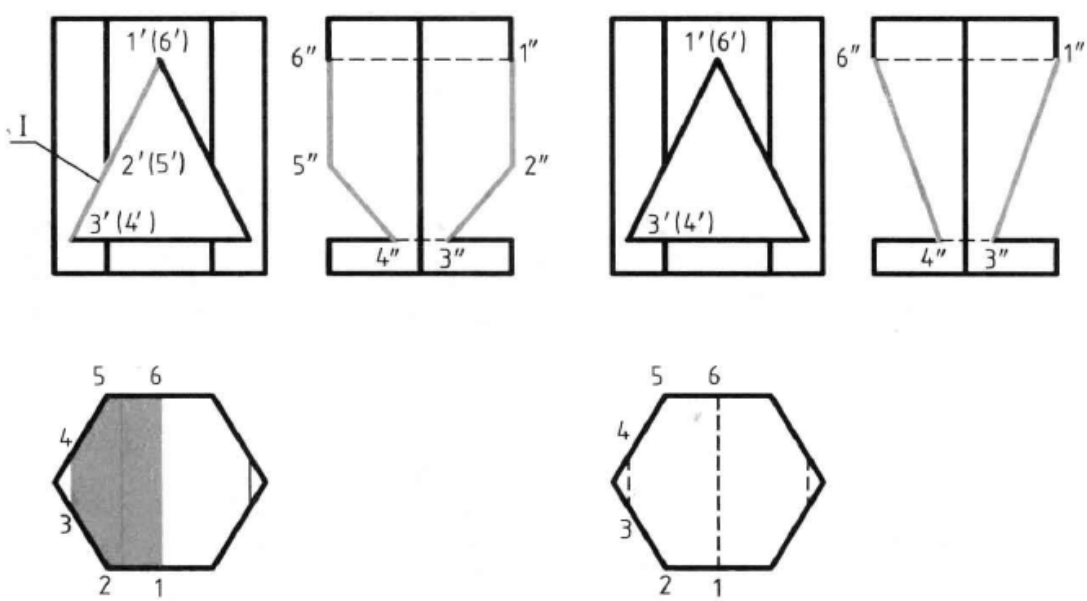
如图 1-5 所示，五棱柱体被平面截切，求截断面的投影。图 1-5a 是正确画法，图 1-5b 是常见错误画法。分析如下：五棱柱体上除了右后侧棱面外，其余四个棱面都与截平面相交，应该有四条交线；再加上棱柱体的顶面也被截平面所截切，也有一条交线，因此截断面共有 5 条边，如图 1-5a 所示。图 1-5b 中的错误在于没有把 1″2″连接起来，导致截断面的形状错了。



a) 正确　　b) 错误

图 1-5　五棱柱截断面

又例如图 1-6 所示，在六棱柱体上挖三角形的孔，求开孔后的侧投影。分析如下：三角形孔可分解为三个平面，两个正垂面和一个水平面。这里重点分析左侧正垂面Ⅰ与六棱柱体截断面，图 1-6a 中主、俯视图红色即是该正垂面的投影。六棱柱体有六个棱面，其中正中前后两个棱面以及左侧前后两个棱面被平面Ⅰ截切到，会产生四条截交线；此外从主视图上看，平面Ⅰ与三角孔的水平面及右侧正垂面均相交，因此还会产生两条交线，所以该截断面总共会有 6 条边。把这些交线依次求出并连接，得到结果如图 1-6a 所示。如果思路不清，作图容易遗漏一些平面的交线或交点，图 1-6b 是常见错误：没有求出左前方棱线与平面Ⅰ的交点 2，也没有求



a) 正确　　b) 错误

图 1-6　六棱柱挖三角形孔

出左后方棱线与截平面I的交点5，把两个棱面与截平面I的交线混为一条线了。

二、平面截切回转体

回转体被平面截切时，截断面的形状比较多样，取决于被截立体的表面形状以及它与截平面的相对位置。圆柱体被平面截切有三种基本情况，见表1-1。圆锥体被平面截切有五种基本情况，见表1-2。球体被平面截切空间只有一种情况，但投

表1-1 圆柱体被平面截切的三种基本情况

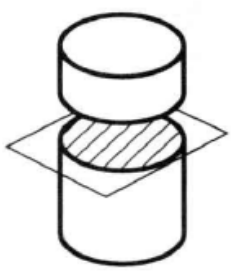
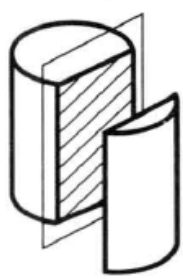
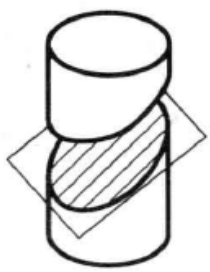
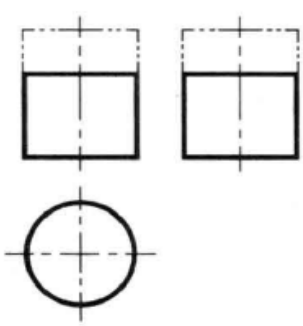
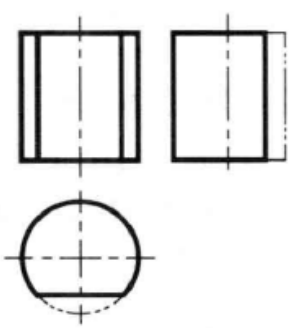
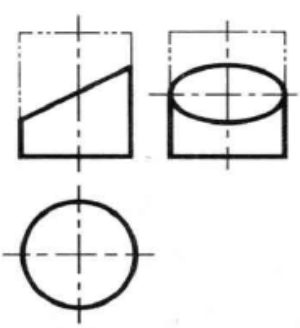
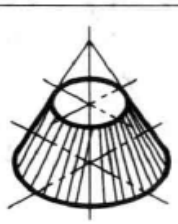
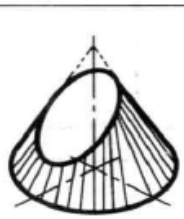
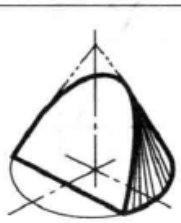
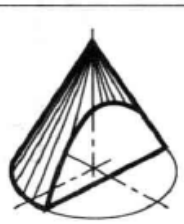
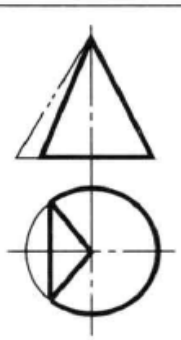
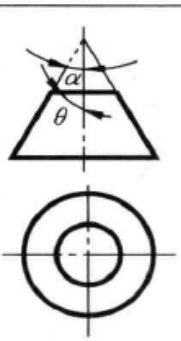
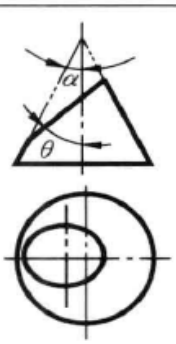
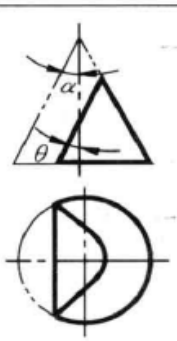
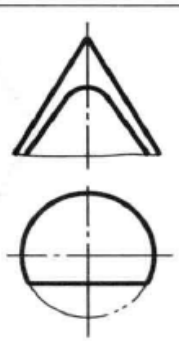
截平面的位置	垂直于圆柱轴线	平行于圆柱轴线	倾斜于圆柱轴线
立体图			
三面投影图			
截交线的形状	圆	矩形	椭圆

表1-2 圆锥体被平面截切的五种基本情况

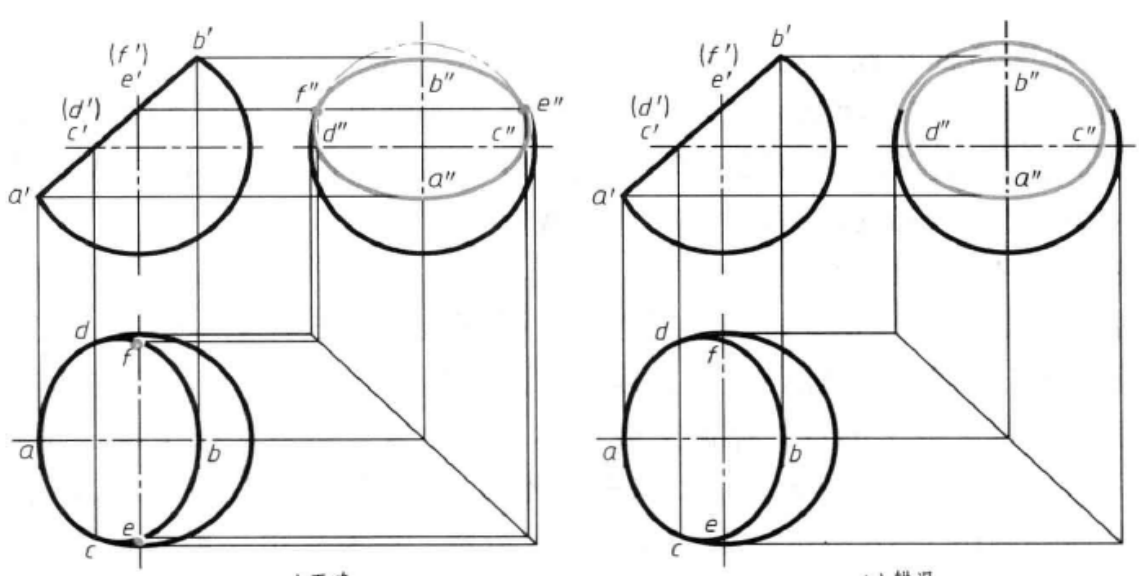
截平面的位置	过锥顶	不过锥顶			
		$\theta=90°$	$\theta>\alpha$	$\theta=\alpha$	$\theta<\alpha$
截交线的形状	相交两直线	圆	椭圆	抛物线	双曲线
立体图					
投影图					

影可能为圆或椭圆。熟练掌握各回转体的投影特性，以及被截切的几种基本情况，是解决复杂问题的基础。总的来说应注意以下几个方面。

1. 不可遗漏截交线上的特殊点

所谓截交线上的特殊点，通常是指回转体上特殊的素线与截平面的交点、截交线上的极限位置点（如最高、最低、最前、最后、最左、最右等）、椭圆极轴端点等。

如图 1-7 所示，球体被一正垂面截切，求截切后的投影。图 1-7b 是常见错误画法，分析如下：在空间，球体被平面截切后，截断面的真实形状是圆。由于该截平面是正垂面，因此这里的截断面——圆也为一个正垂面。根据正垂面的投影特性，该截断圆的水平投影和侧投影应该为椭圆。球体的投影中有三个特殊圆，前后转向轮廓线（即正投影中的圆，其水平投影和水平点画线重合，侧投影与竖直点画线重合），上下转向轮廓线（即水平投影中的圆，其正投影和水平点画线重合，侧投影与水平点画线重合），左右转向轮廓线（即侧投影中的圆，其正投影和竖直点画线重合，水平投影也与竖直点画线重合）。首先要求出截平面与这三个特殊圆的交点，如图 1-7a 所示。A、B 为截平面与前后转向轮廓圆的两个交点；C、D 为截平面与上下转向轮廓圆的两个交点；E、F 为截平面与左右转向轮廓圆的两个交点。由于截断圆的投影为椭圆，所以还有一对特殊点——椭圆极轴的端点，为避免影响图面清晰，图上没有标注它们。图 1-7b 中，没有求出截平面与左右转向轮廓圆的交点 e''、f''，至使左视图中截断圆和左右转向圆没有相交，并把左右转向圆完整地画出了。我们从主视图上可以看出：左右转向圆从 E、F 点往上被截切了，不复存在，所以图 1-7a 左视图中用细双点画线表示形体上已经不存在的轮廓线。

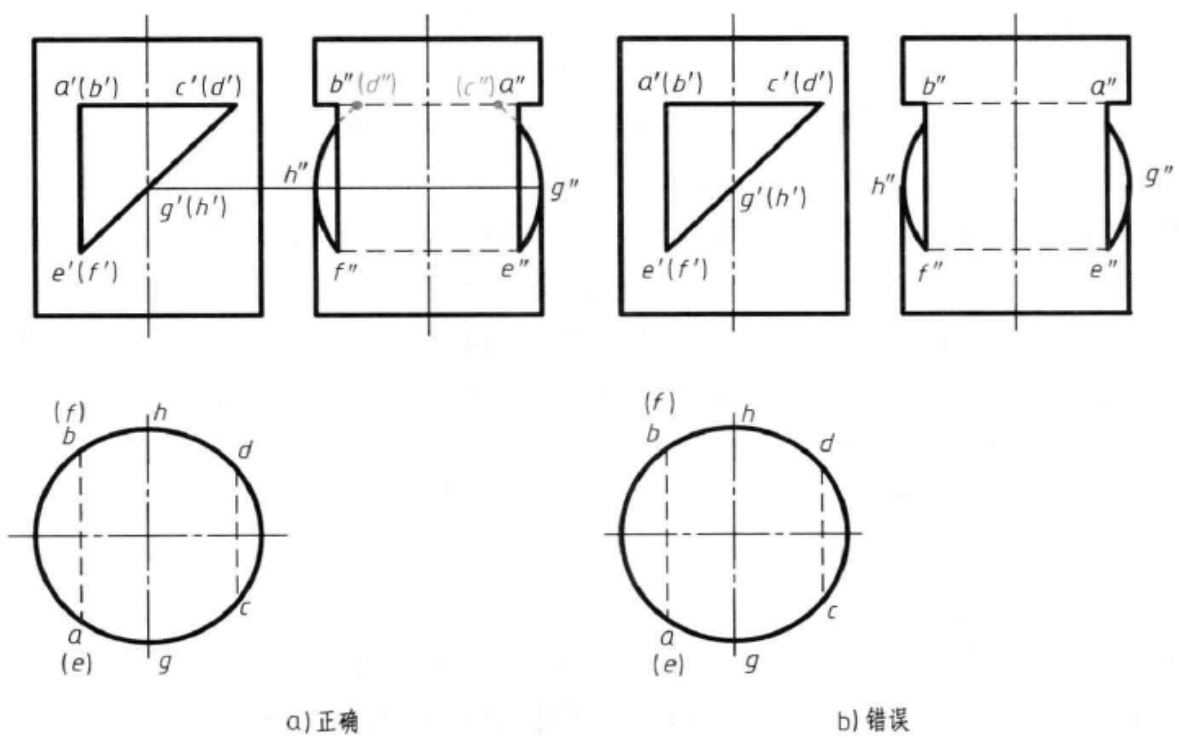


a) 正确　　b) 错误

图 1-7　球体被截切

注：为避免影响图面清晰，图上没有标注截交线上的最前、最后特殊点。

如图1-8所示的圆柱体上开三角孔，已知正投影和水平投影，求侧投影。图1-8b是常见错误画法。分析如下：该三角孔实际上可看成三个截平面，一个水平截平面，一个侧平截平面，一个正垂截平面。其中正垂截平面的截断面求法如下：正垂面与圆柱体的截交线上共有6个特殊点：*C*、*D*、*E*、*F*、*G*、*H*，求出它们的侧投影 *c″*、*d″*、*e″*、*f″*、*g″*和 *h″*，并判别可见性，连接起来即为正垂面与圆柱体的截交线，图1-8a中 *c″g″e″*、*d″h″f″*即是。图1-8b中的错误在于：没有求出正垂截平面截交线上的特殊点 *c″*和 *d″*。



a) 正确　　b) 错误

图1-8　圆柱体上开三角孔

2. 不可遗漏截交线上的一般位置点

说明：圆锥体被平面截切的几种情况应该熟练应用，截平面和圆锥的轴线平行时截交线的投影是直线，和圆锥的轴线相交时截交线的投影是曲线。截平面较多的时候要清楚每个截平面属于哪种情况，其截交线的投影是什么形状。

如图1-9所示，圆锥体被正平面截切，求截交线。图1-9a是正确画法，图1-9b是常见错误画法。分析如下：圆锥体被平面截切有5种基本情况，其中之一，当截平面平行于圆锥体的轴心线时，截交线为双曲线。作图前应该首先明确这个概念，然后找出截交线上的点，把截交线具体地画出来。该截交线上有三个特殊点：最高点 *A*、最左点 *D*、最右点 *E*。如果概念不清，又仅仅只求出特殊点，连接特殊点，很容易得到图1-9b所示图形；即使概念清楚，没有求出一般点，如图1-9a中的 *B* 点和 *C* 点的投影 *b′*和 *c′*，也很可能造成双曲线的形状不准确。

如图1-10所示，圆锥体中间挖了一个正方形的孔，已知它的主、俯视图，要求补画左视图。分析如下：四方形孔可以分解成4个平面——两个水平面、两个侧

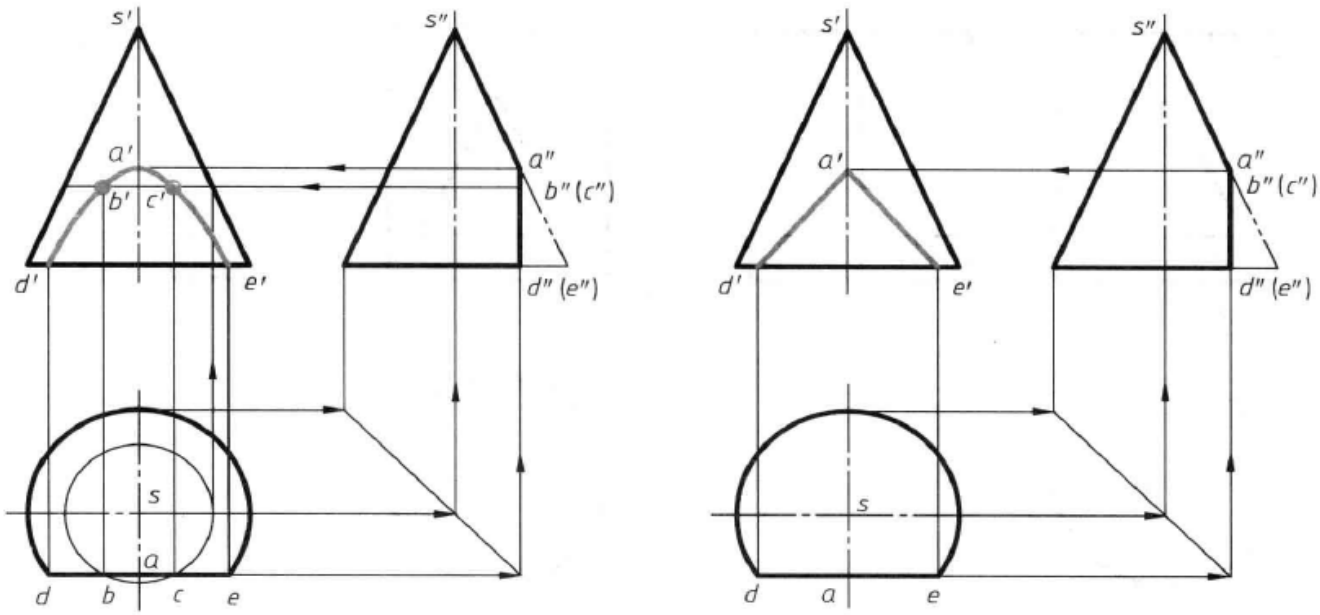


图 1-9　圆锥体被正平面截切

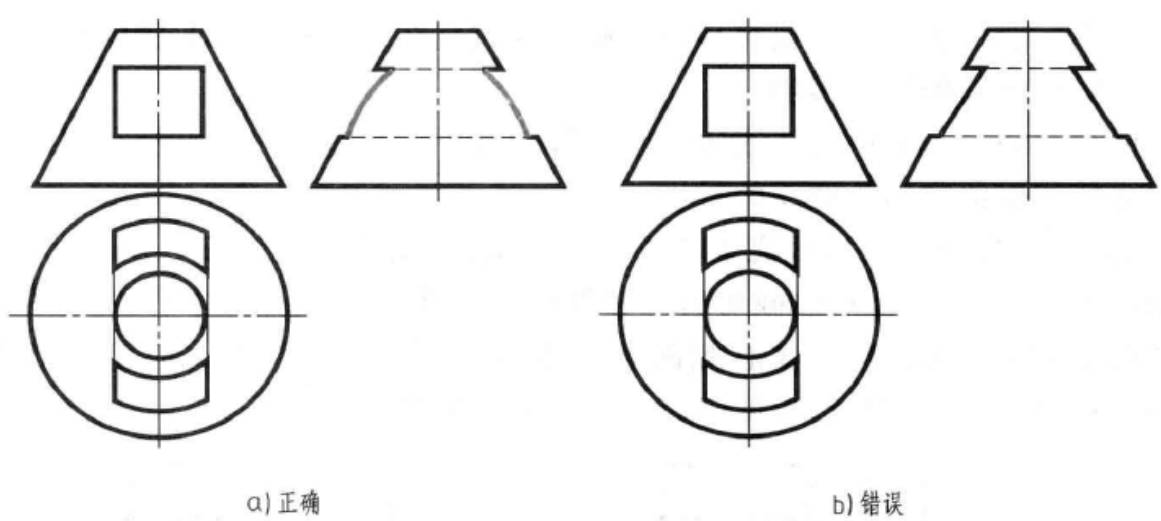
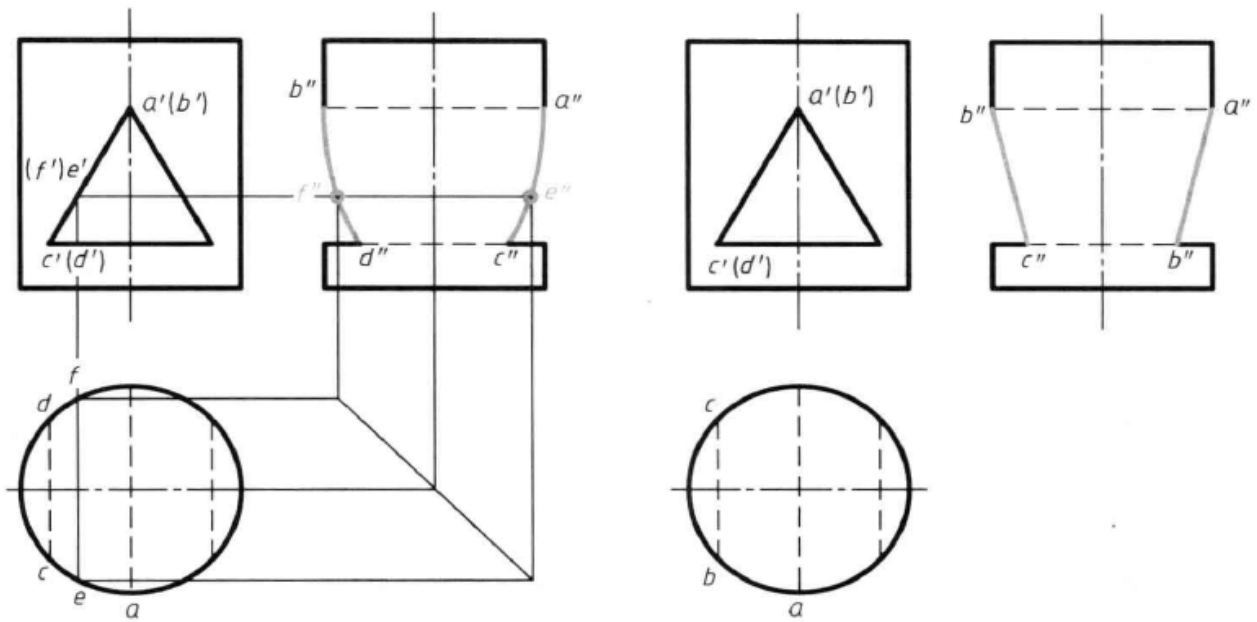


图 1-10　圆锥体被平行于轴线的平面截切应用

平面，由表 1-2 可知，水平面截切圆锥体的截交线为圆；侧平面平行于圆锥体的轴线，截交线的形状为双曲线。如果对此概念不清，作图中不求截交线上的一般点，容易得到图 1-10b 的错误结果，正确画法应如图 1-10a 所示。因此，对于求截交线的问题，一般应该作出合适数量的一般位置点，尤其是初学者。

又如图 1-11 所示，圆柱体开一个三角形的孔，求开孔后的投影。三角形的孔实际可分解为三个平面：中间一个水平面，两侧各有一个正垂面。求挖空后的投影，实际是求这三个平面与圆柱体的截交线。这里以其中的正垂面截切为例，首先分析正垂面与圆柱体截交线的形状。圆柱体被平面截切有三种基本情况，其中之一是：当截平面与圆柱体轴心线倾斜时，截交线为椭圆。这里正垂面只截切了圆柱体的一部分，因此该截交线应该是椭圆的一部分——一段椭圆弧。如果概念不清，作



a) 正确　　b) 错误

图 1-11　圆柱体上开三角孔

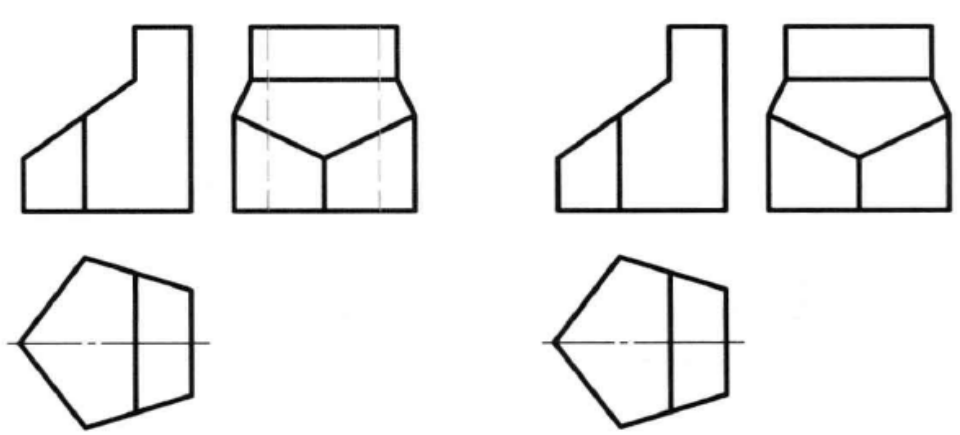
图中又不求一般位置点，则很容易把椭圆弧画成直线，如图 1-11b 所示那样。

三、截切的其他注意事项

形体被截切后，有些棱线或边线整个被截掉了，有些部分被截掉了，画图时应相应地去掉或保留物体轮廓线的投影。

1. 没有被截到的轮廓线尤其是不可见的轮廓线应完整画出

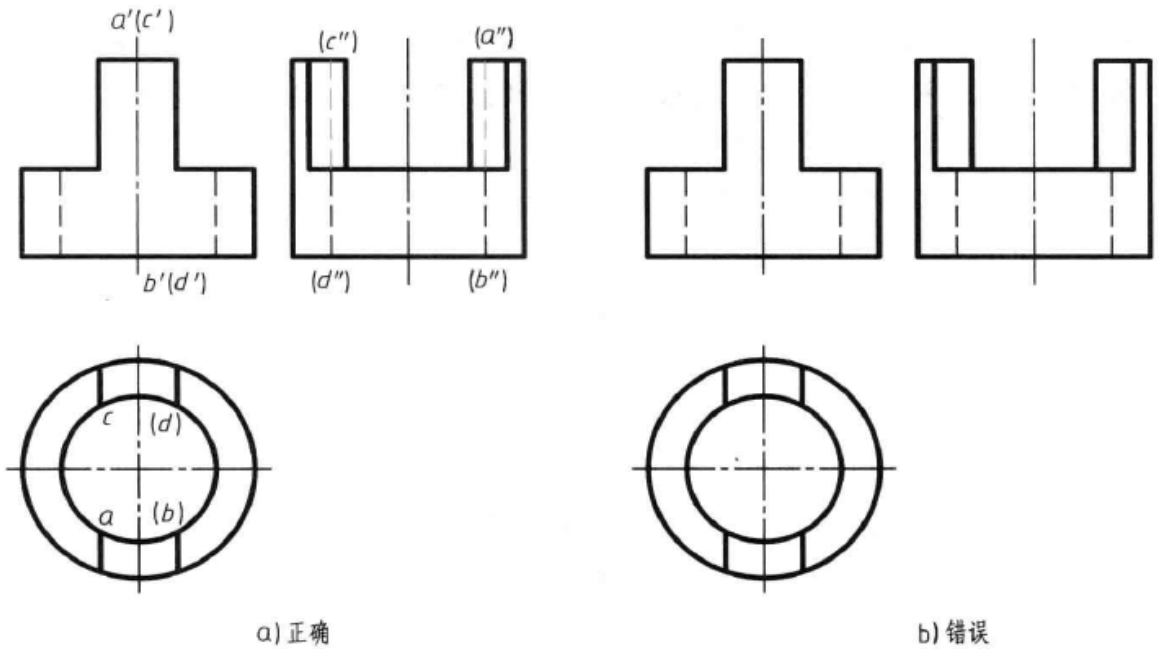
如图 1-12 所示，已知被截切后五棱柱的主视图和俯视图，求作左视图。正确画法如图 1-12a 所示，棱柱体右侧两条棱线在左视图上不可见，应该以细虚线画出，不可省略。图 1-12b 是常见错误：不可见的轮廓线没画。



a) 正确　　b) 错误

图 1-12　不可见的轮廓线不可省略

又如图 1-13 所示，已知圆柱筒被截切后的主视图和俯视图，求其左视图。正确画法如图 1-13a 所示，图 1-13b 为常见错误画法。分析如下：*AB*、*CD* 分别为内



a) 正确　　b) 错误

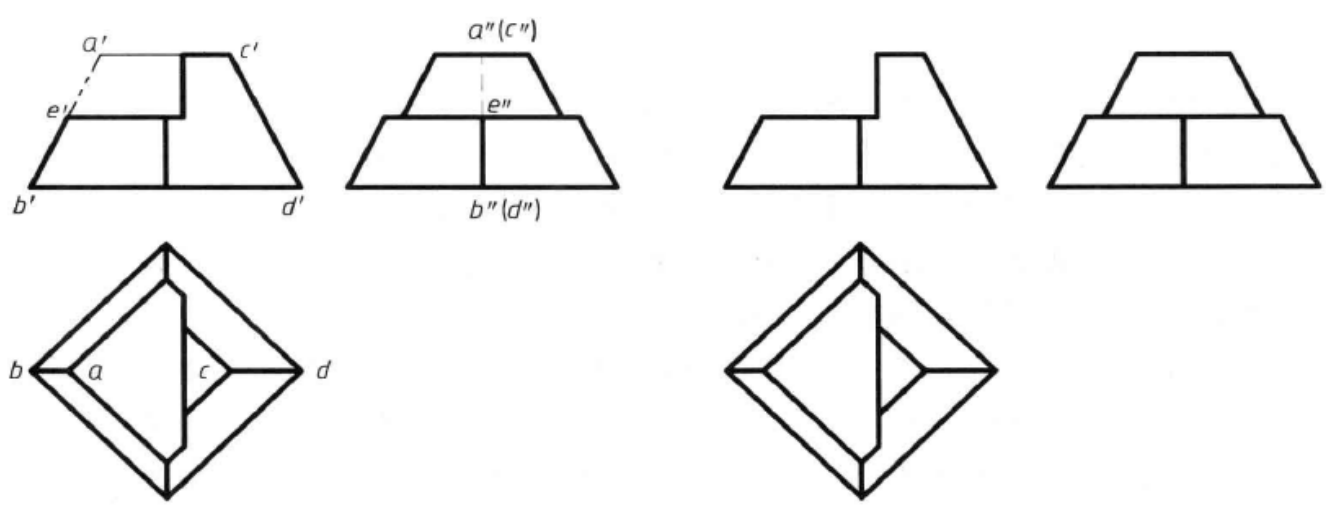
图 1-13　不可见的轮廓线应完整

圆柱孔的最前和最后素线，它们的正投影和水平投影如图 1-13a 中所示，从正投影可以明显看出，*AB*、*CD* 并没有被平面截切到，因此它们的侧投影应从上到下完整画出。

2. 注意轮廓线可显性的改变

有些轮廓线截切前不可见并且与其他轮廓线的投影重合，它的投影在视图上无法显示。截切后如果与它重合的轮廓线被截切掉，这时，该轮廓线的投影就可显示了。

如图 1-14 所示，已知被截切后四棱台的主视图和俯视图，求作其左视图。图



a) 正确　　b) 错误

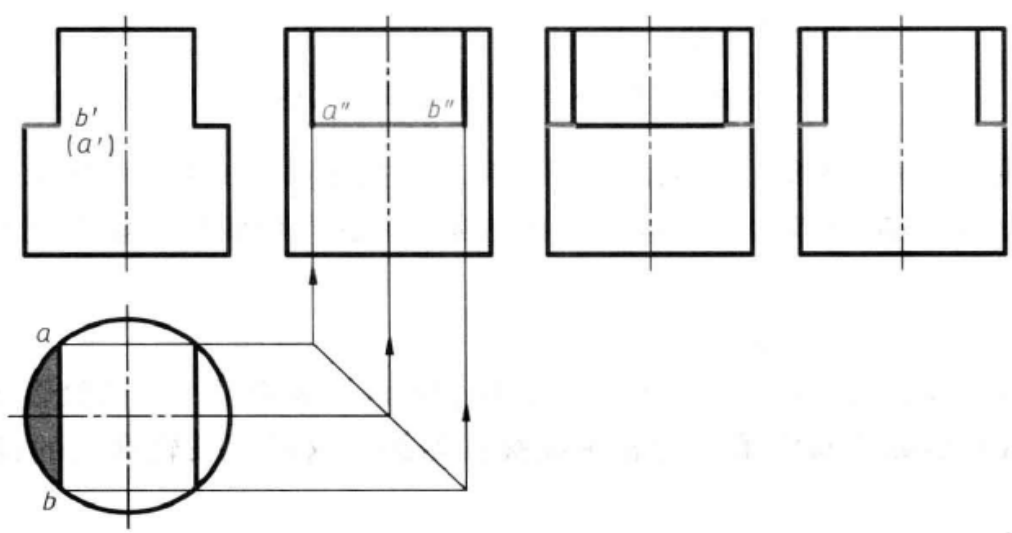
图 1-14　轮廓线可显性的改变

1-14a是正确画法，图1-14b是常见错误画法。分析如下：未截切前的左视图上，棱台最右与最左侧的棱线投影重合，即$a''b''$与$c''d''$重合，$a''b''$可见，$c''d''$不能在图上显示。截切后，AB棱线上的AE段被截掉，剩余EB段，侧投影为$e''b''$，这时右侧棱线CD上段（虚线）在图上得以显示了。

3. 截断面、形体的轮廓线、平面的投影位置及范围应准确

1）截断面的投影位置及范围。

例1-1 如图1-15所示，圆柱体被截切，已知主视图、俯视图的投影，求其侧投影。图1-15a是正确画法，图1-15b和1-15c是常见错误画法。分析如下：水平截平面的位置及投影如图1-15a中红色所示。其中A点是截断面的最后位置点，B点是截断面的最前位置点。A点的投影a和a''应符合投影关系，B点的投影b和b''也应符合投影关系，如图1-15a中箭头所示。图1-15b的错误在于把水平截断面的范围画大了；图1-15c的错误在于把水平截断面的位置画错了。



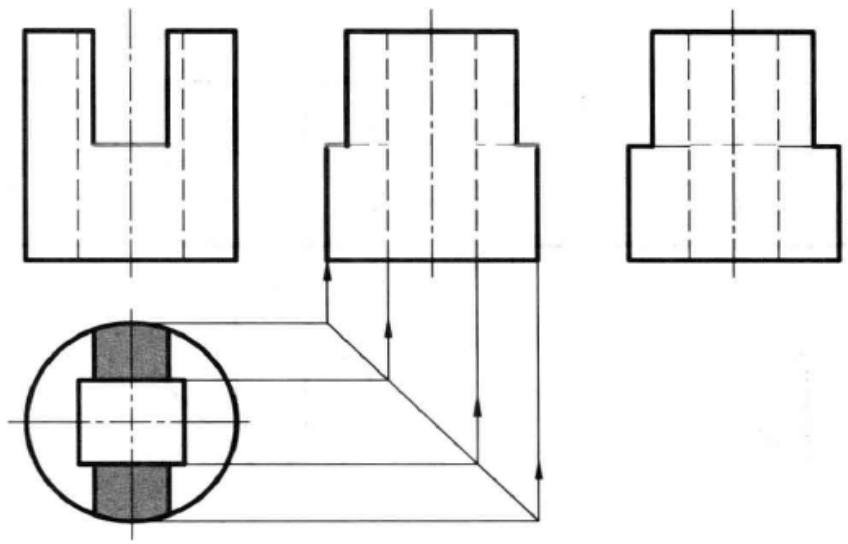
a）正确　　b）错误　　c）错误

图1-15 截断面的投影位置及范围一

例1-2 如图1-16所示，圆柱体中从上到下开了一个方孔，上部正中又开了一个前后方向的通槽，求通槽的侧投影。图1-16a是正确画法，图1-16b是常见错误画法。分析如下：通槽底面是水平面，它的水平投影如俯视图中红色区域，该底面前后并不连续，在通孔处断开了。图1-16b中的错误就在于该水平面的侧投影前后是连续的，与其水平投影不符合“宽相等”的投影规律。

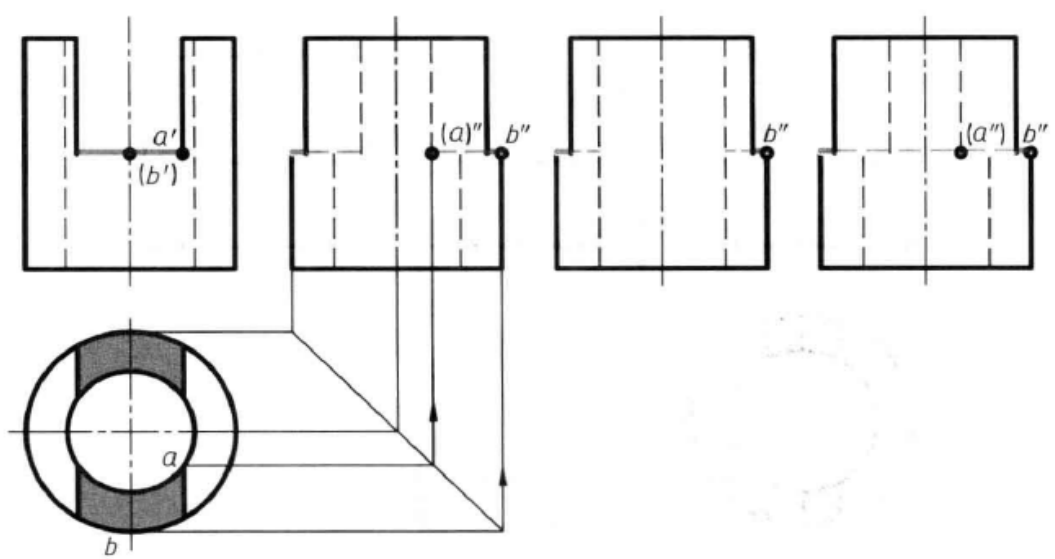
与例1-2相似，图1-17中，图1-17a是正确画法，图1-17b是常见错误画法。注意比较图1-17与图1-16的区别：图1-17中通槽的侧垂面与内圆柱孔有交线，它与内孔轮廓线的投影不重合；图1-16中通槽的侧平面与方孔中的正平面相交，在左视图上，该交线的投影与正平面积聚在一起。

2）截切后保留下来的平面部分，其投影位置与范围大小应准确。形体被截切后，有些平面被截掉了一部分，又保留了一部分。这样的平面，它的形状、大小都



a) 正确　　b) 错误

图 1-16　截断面的投影位置及范围二



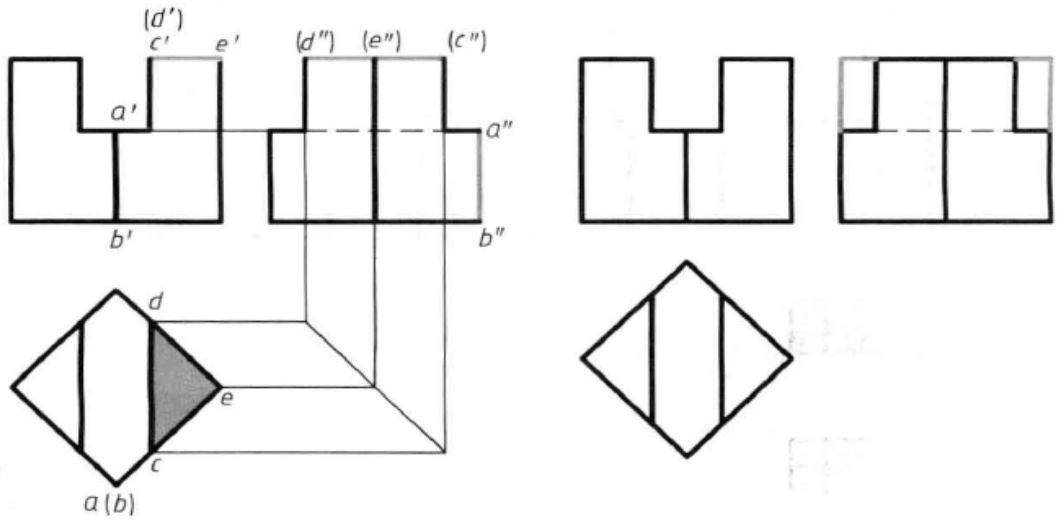
a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 1-17　截断面的投影位置及范围三

已经发生了改变，其投影也会有相应的变化。

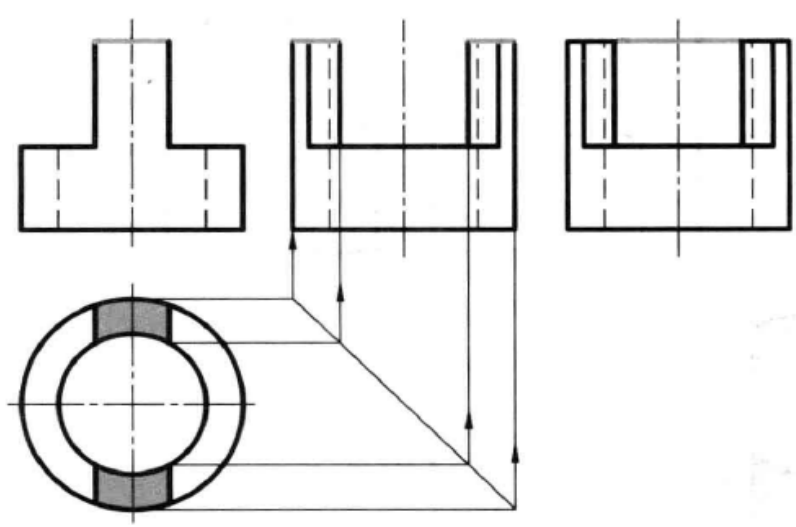
例 1-3　如图 1-18 所示，已知四棱柱体被截切后的主视图与俯视图，求其左视图。图 1-18a 是正确画法，图 1-18b 是常见错误画法。分析如下：截切后，棱柱体的最前棱线只剩下 *AB* 一段，它的侧投影为 *a"b"*，两者应该符合高平齐的投影规律。图 1-18b 中的错误在于：该棱线是按没有截切画的。截切后，棱柱体的顶面中间被截掉，左右各剩下一部分，图 1-18a 俯视图中 *cde* 为右侧剩余部分，该面的侧投影为 *c"d"e"*不可见。该面的侧投影与水平投影应符合“宽相等”的规律，侧投影不可增长。图 1-18b 中的错误就在于该面的范围画大了。

例 1-4　如图 1-19 所示，已知圆柱体被截切后的主视图与俯视图，求其左视图。图 1-19a 是正确画法，图 1-19b 是常见错误画法。分析如下：截切后，圆柱体



a) 正确　　b) 错误

图 1-18　保留下来的平面部分的投影位置及范围



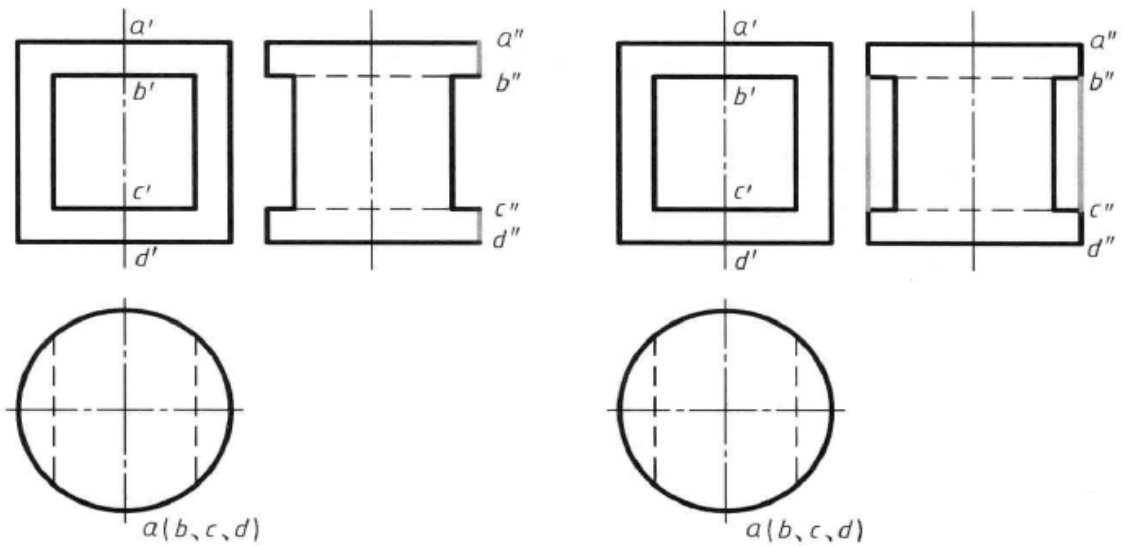
a) 正确　　b) 错误

图 1-19　形体上平面的投影位置及范围

上表面的中间部分被截掉了，前、后部分保留了下来，其保留部分的正投影与水平投影如图 1-19a 中红色区域所示。该面的侧投影与水平投影应符合投影的规律，如图中箭头所示；图 1-19b 中的错误在于把中间被截掉部分的投影也画出来了。

3）截切后保留下来的轮廓线。截切后，形体的某些轮廓线可能被截掉了一段，又保留了一段。这样的轮廓线，它的长度已经发生了改变，其投影也会有相应的变化。

如图 1-20 所示，圆柱体上开了方孔，已知其正投影和水平投影，求其侧投影。图 1-20a 是正确画法，图 1-20b 是常见错误画法。分析如下：圆柱体最前素线为 *AD*，开方孔后，*AD* 中间被截掉，剩余部分分为两截，上方一段 *AB*，下方一段 *CD*，投影见图中所注，*B* 点和 *C* 点间的一段被截切掉了，不复存在。因此左视图



a)正确　　b)错误

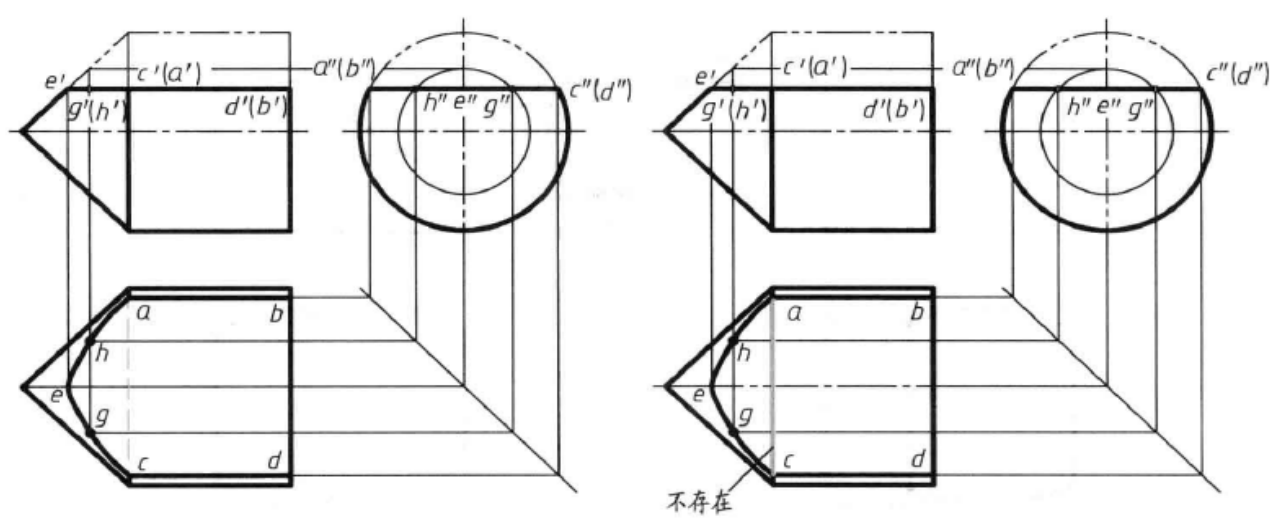
图 1-20　形体上轮廓线的投影位置及范围

上 b''与 c''间应断开，不能连接起来。

4. 一个平面截切到两个相邻的基本体

当一个平面截切了两个相邻的基本体时，截平面上两相邻基本体的交线不复存在。

如图 1-21 所示，形体左部分为圆锥体，右部分为圆柱体，两者相邻，圆锥体与圆柱体间有交线。已知它们的主视图与左视图，求该形体被水平面截切后的俯视图。图 1-21a 是正确画法，图 1-21b 是常见错误画法。分析如下：水平面同时截切了这两个基本体，截切后，在截切面上两个基本体之间的交线被截掉了，因此水平投影上 a 和 c 之间的粗实线不复存在，但圆锥体与圆柱体下半部分的交线还存在，该交线在俯视图上不可见，因此应该用细虚线来画出，如图 1-21a 所示。



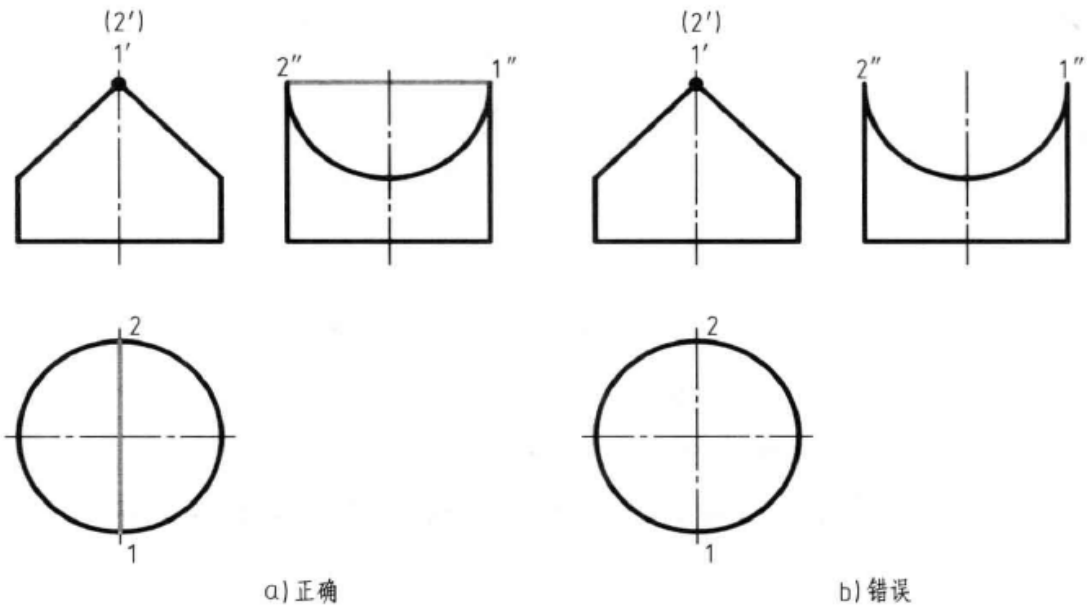
a)正确　　b)错误

图 1-21　一个平面截切到两个相邻的基本体

5. 多个截平面

当截平面多于两个时，需注意如果截平面彼此相交，则此交线的投影不可遗漏。

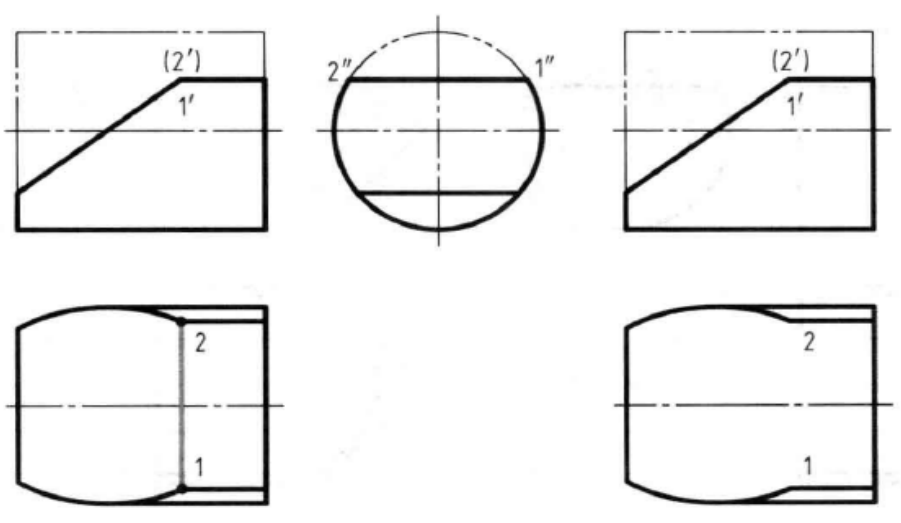
如图1-22所示，圆柱体上方左右各有一个正垂面截切。两个正垂面彼此相交，交线为一条正垂线，它的正投影积聚为一点，其他投影见图1-22a中红色所示。图1-22b是常见错误画法，漏画了两截切面交线的投影。



a)正确　　b)错误

图1-22　截平面的交线一

又如图1-23所示，圆柱体被一正垂面、一水平面截切，两个截切面彼此相交，交线为一条正垂线，它的正投影积聚为一点，侧投影与水平截平面的投影重合，水平投影见图1-23a中红色线。图1-23b中的错误在于，俯视图中没有画该交线的投影。



a)正确　　b)错误

图1-23　截平面的交线二

第三节　两曲面立体相交

相贯线是两立体表面的交线。求相贯线实质是求两立体表面的若干共有点。平面立体的相贯可以将立体分解成一个一个的平面，这样求相贯线的问题就转换为求平面截切立体的问题，参考本书上节内容即可，本节重点讨论曲面立体的相贯线。

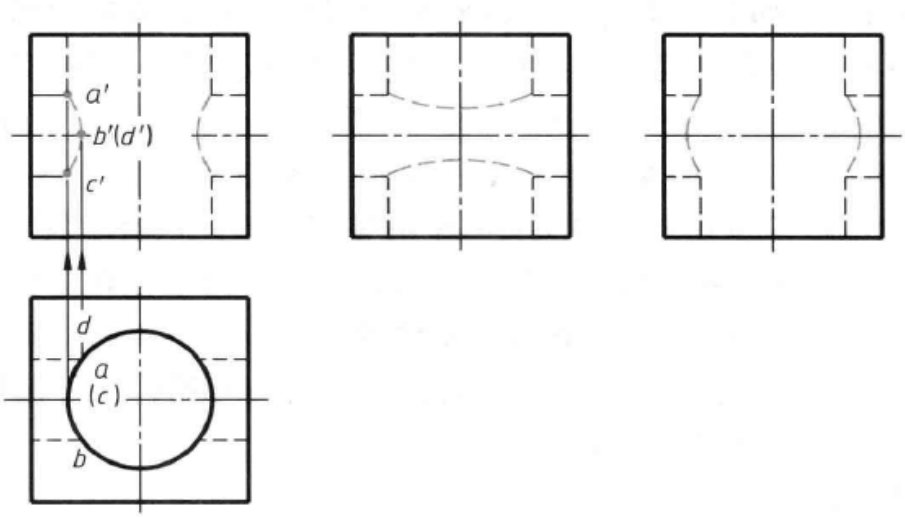
求作相贯线的常用方法有两种：一是利用投影的积聚性，二是利用辅助平面法。无论采用哪种方法，其作图中都需要找特殊点和一般位置点。特殊点可以确定相贯线的范围，一般点则可确定相贯线的趋势。相贯线的具体作图方法本书不详细讲解，仅就作图中容易出错的环节作些说明。

一、普通相贯线

1. 特殊点必须全部作出

特殊点是相贯线位于曲面转向轮廓线上的点、相贯线上的极限位置点，即最高、最低、最前、最后、最左、最右点等。

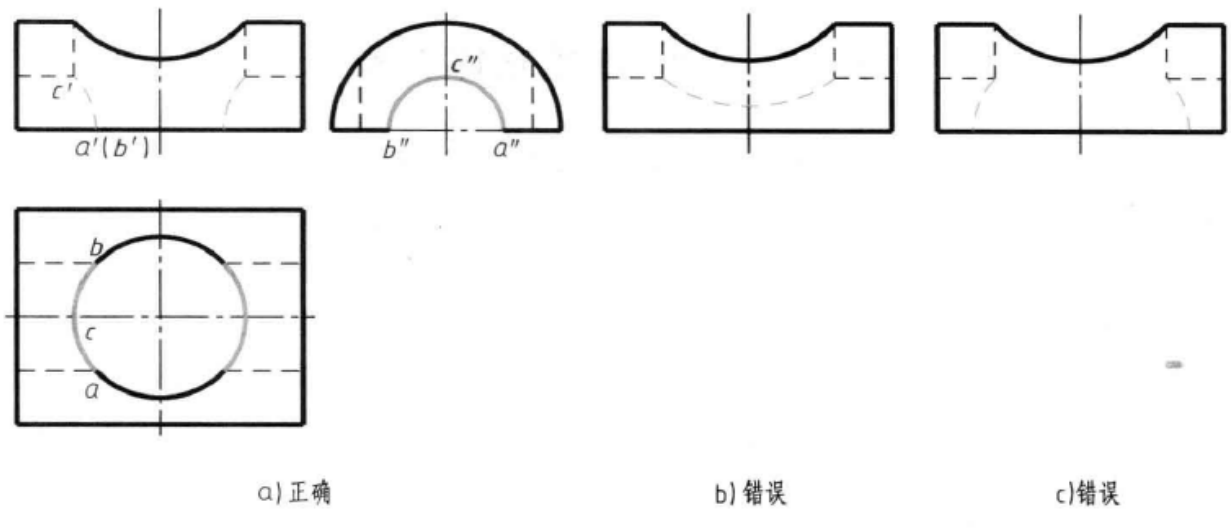
例 1-5　如图 1-24 所示，形体内有两个轴线互相垂直的孔，求其相贯线的投影。图 1-24a 是正确画法，图 1-24b 和图 1-24c 是常见错误画法。分析如下：以左侧的相贯线为例，该条相贯线上共有 4 个特殊点，分别是最上点 A、最下点 C、最前点 B、最后点 D。求出它们的正投影如图 1-24a 所示，其中 b' 与 d' 重合，d' 不可见。这些点的投影确定了相贯线的范围如图 1-24a 所示。为不影响图面清晰，本图未标注一般位置点。图 1-24b 和图 1-24c 的错误在于没有找特殊点，凭着印象画图，把相贯线的位置和范围弄错了。



a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 1-24　相贯线上的特殊点一

如图 1-25 所示，带有两个圆柱孔的半圆柱体，求其相贯线的投影。图 1-25a 是正确画法，具体作图法与例 1-5 一样。错误的以为竖直圆孔与内外圆柱面的相贯



a)正确　　b)错误　　c)错误

图 1-25　相贯线上的特殊点二

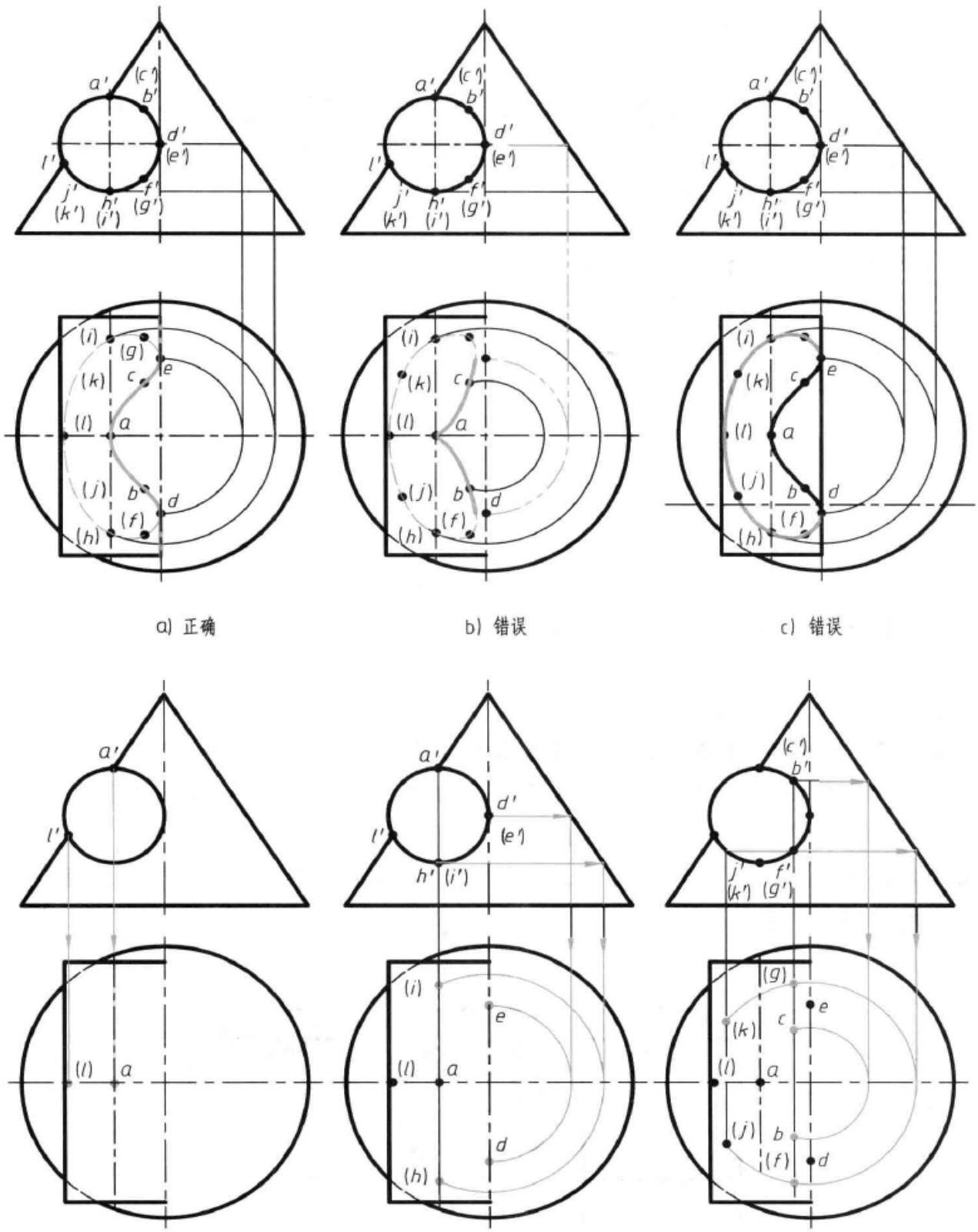
线是平行的，结果画出图 1-25b，请注意：竖直圆孔的直径小于外圆柱面，但大于横向的内圆柱孔，因此两相贯线的方位不一致。图 1-25c 的错误在于相贯线的方向反了，与图 1-24c 一样。

例 1-6　圆柱与圆锥相贯，求其相贯线。分析：该相贯线共有 6 个特殊点，分别是最上点 A、最下点 H 和 I（前后各有一个）、最左点 L、最右点 D 和 E（前后各有一个）。首先求特殊点的投影：A 点、L 点在圆锥的最左素线上，用素线法求其水平投影 a 和 l，作图步骤如图 1-26d；另 4 个特殊点可用纬圆法求其水平投影 h、i、d、e，作图步骤如图 1-26e；再用纬圆法求作相贯线上的一般点 B、C、F、G、J、K 的水平投影 b、c、f、g、j、k，作图步骤如图 1-26f。判别可见性：因为俯视图上，圆柱体的上半部分表面可见，因此位于圆柱体上半部分的相贯线可见，即 a、b、c、d、e 可见。光滑连接这些点，其中 $ecabd$ 段可见，用粗实线绘制，其余不可见，用细实线绘制。由于圆柱轮廓线只在圆锥体外才存在，而 D 点和 E 点是圆柱体最右素线与圆锥体的交点，所以贯穿点 D 和点 E 之间，该素线不复存在，因此正确画法如图 1-26a 所示。图 1-26b 中的错误在于：没有求特殊点 D、E 的投影，对比图 1-26a，相贯线的形状明显不一样；此外，由于存在圆柱体最右素线与圆锥体的交点 d 和 e，导致无法辨别最右素线的范围，整条素线全部没画。图1-26c 中的错误在于：相贯线的可见性未作辨别，全部画为可见；此外圆柱体实体内无线，把圆柱体的最右素线全部画出来了。

2. 必要的一般点

一般点可以确定相贯线的趋势，因此有必要求出一些。

如图 1-27 所示，圆筒上开了一个腰圆形的孔，求其相贯线的投影。分析：该孔表面可以分解成两个半圆柱面和两个正平面，其中半圆柱面左右各有一个，正平面在孔的前后各有一个。正平面与圆柱体表面的交线为截交线，图中相贯线之间的横线即是。半圆柱孔与圆柱体表面相交有相贯线，内外皆有。这里以上方内相贯



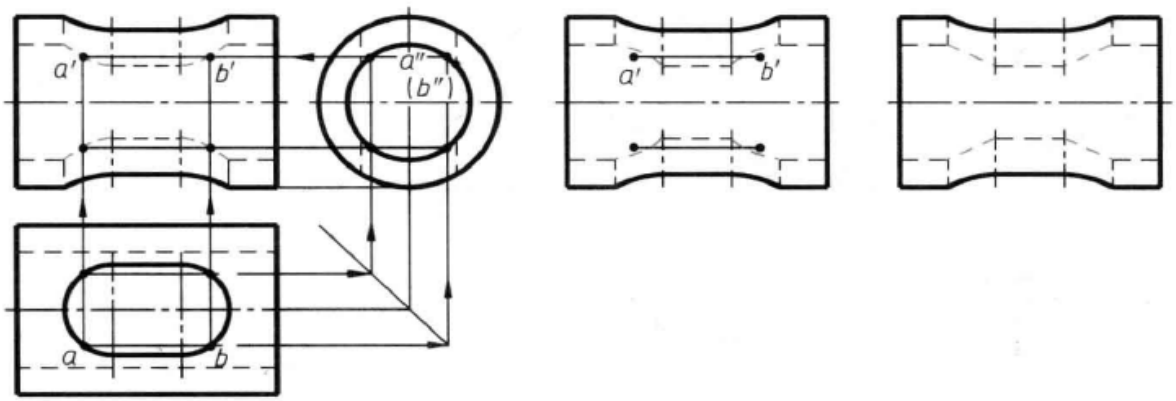
a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

d) 素线法求特殊点 a 和 l　　e) 纬圆法求特殊点 d、e、h、i　　f) 纬圆法求一般点 b、c、f、g、j、k

图 1-26　相贯线上的特殊点三

线为例进行分析，特殊点的求法不再赘述。A 点和 B 点为相贯线上的一般点，其正投影 a'、b'求法如图 1-27a 所示。图 1-27b 中的错误在于没有求 A 点和 B 点的

正投影 a'、b'，相贯线的趋势画反了。图 1-27c 中的错误在于用直线来连接特殊点。



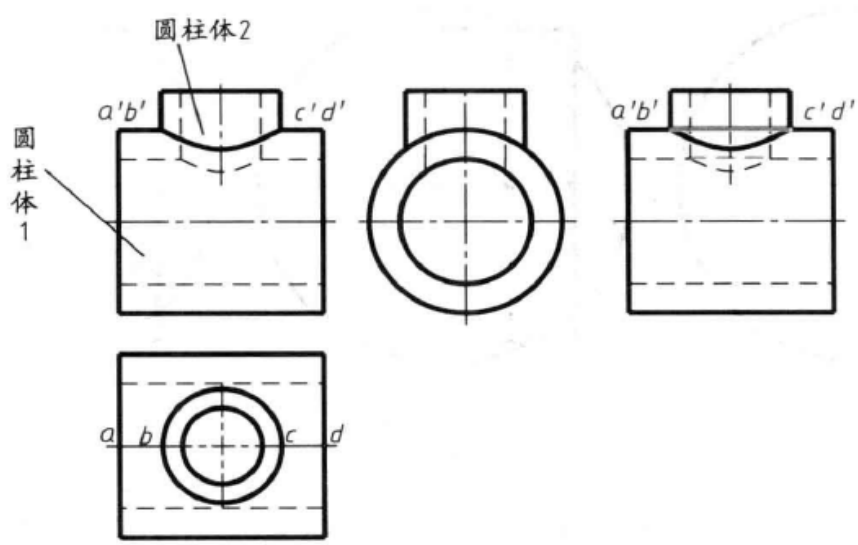
a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 1-27　求一般点的必要性

3. 确定形体轮廓线的范围，不多画、不少画、不遗漏轮廓线的投影

形体相贯后，有些轮廓线会有一段“进入”另一形体“体内”，空间不复存在。这些轮廓线的投影也应该与之对应发生变化。形体轮廓线与相贯线的交点，即是空间的进入点。因此作图中应该注意轮廓线与相贯线的交点，不要多画也不要少画轮廓线的投影。

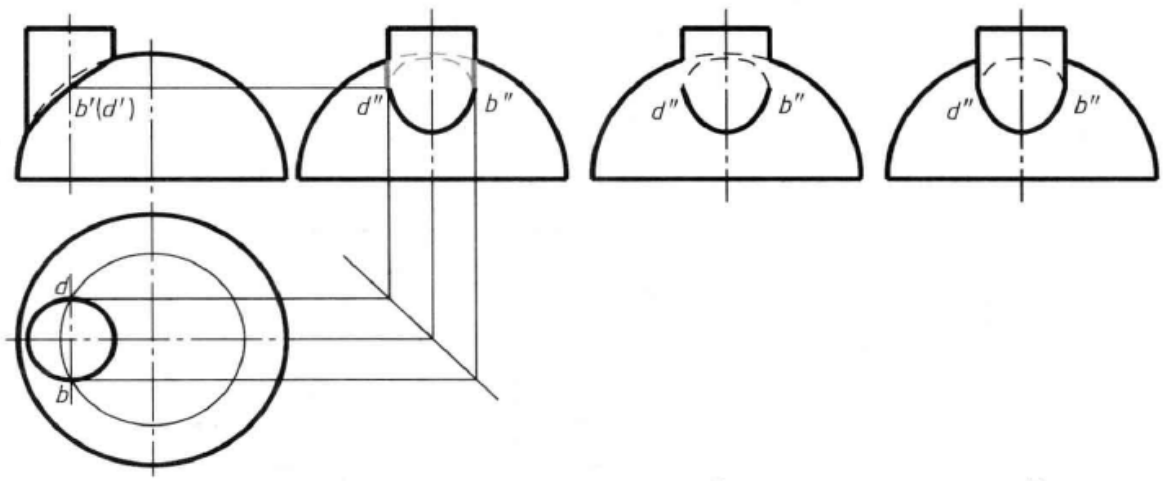
例 1-7　如图 1-28 所示，求两圆柱筒相贯后的投影。图 1-28a 为正确画法，分析如下：两圆柱体外表面相贯后，圆柱体 1 的最上素线，只有 AB、CD 两段，中间一段进入圆柱体 2 的体内，不复存在，因此正投影中 b'和 c'不可连接。图 1-28b 中的错误就在于将 b'和 c'连接起来了，圆柱体 1 外圆柱面的最上素线与内圆柱孔的最上素线均多画了一段。



a) 正确　　b) 错误

图 1-28　不多画轮廓线的投影

例 1-8　如图 1-29 所示，圆柱体与球体相贯，其相贯线投影的正确画法如图 1-29a 所示。分析如下：圆柱体最前素线与球体的交点是 B 点，该素线从 B 点进入球体内，因此空间该轮廓线从 B 点开始就不复存在了。与之对应，左视图上，最前素线应画到 b''处为止；同理，圆柱体的最后素线应该画到 d''处为止。图 1-29b 中的错误在于圆柱体最前素线、最后素线都没有画完整。图 1-29c 的错误在于球体不可见的轮廓线没有画。

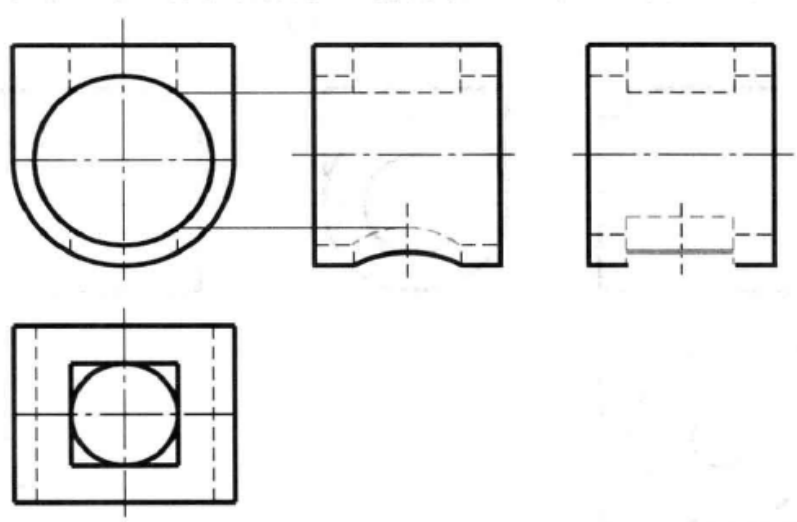


a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 1-29　不少画、不漏画轮廓线的投影

4. 不可用截交线替代相贯线

例 1-9　如图 1-30 所示，形体上方是方孔，下方是圆孔。方孔与中间的大圆孔相交，有截交线；圆柱孔与大圆孔相贯，有相贯线。图 1-30b 的错误在于，下方的相贯线和上方的截交线画的一样，用截交线替代相贯线。正确画法如图 1-30a 所示。



a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 1-30　不可用截交线替代相贯线

二、特殊相贯线

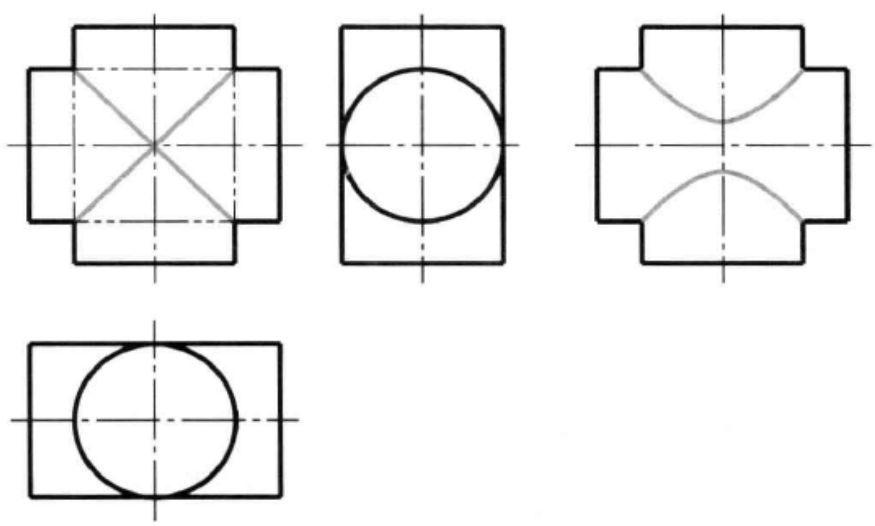
特殊相贯线是相对于普通相贯线而言。

1. 两回转面公切于一个球面

当两个曲面公切于第三个二次曲面时，则相贯线为平面曲线。在投影体系中，如果轴线相交，且平行于同一投影面的两圆柱、圆柱与圆锥、两个圆锥相交，若他们能公切于一个球面，则它们的相贯线是垂直于这个投影面的椭圆，在这个投影面上的投影积聚为一直线。

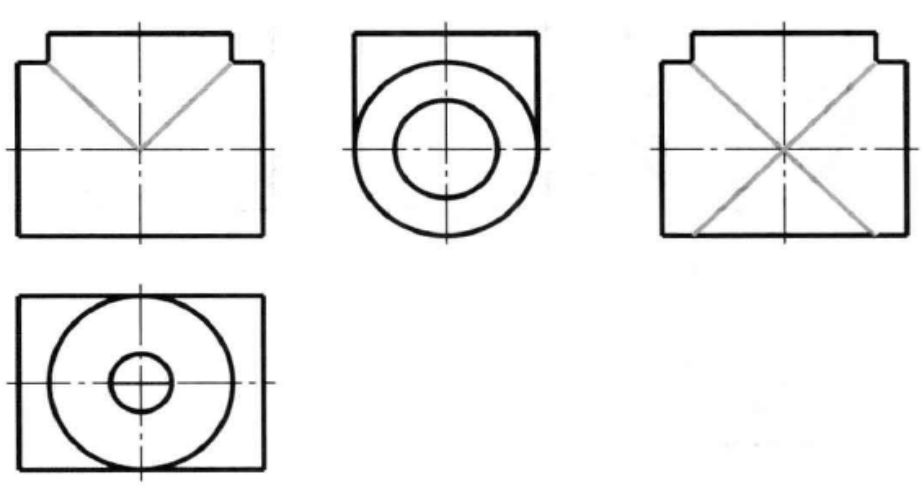
例 1-10 如图 1-31 所示，两圆柱体轴线正交，直径相等，求其相贯线的投影。分析：由于直径相等，故两圆柱面公切于一个球面，球的投影如图 1-31a 主视图中双点画线所示。图 1-31a 是正确的，图 1-31b 是错误的。

例 1-11 将上例作些变化，竖直圆柱体只在上方有，下方没有，求其相贯线的投影。正确画法如图 1-32a 所示，图 1-32b 是常见错误画法。



a) 正确　　b) 错误

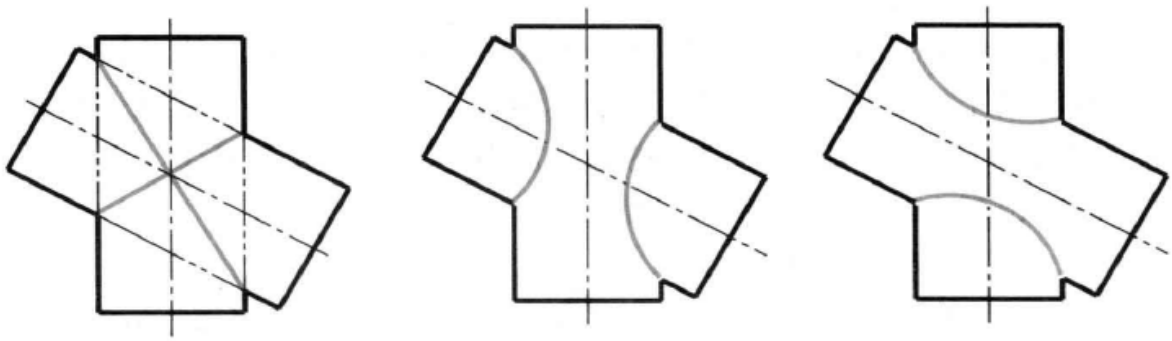
图 1-31　两直径相等的圆柱体正交一



a) 正确　　b) 错误

图 1-32　两直径相等的圆柱体正交二

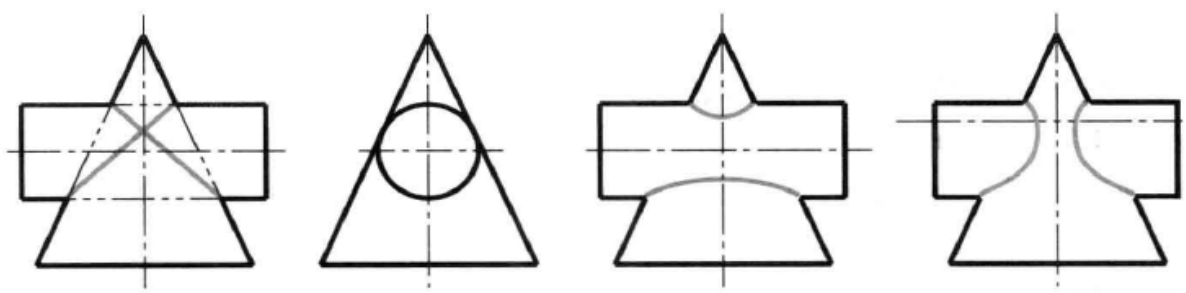
例 1-12 如图 1-33 所示，两圆柱体直径相等，轴线斜交，求其相贯线的投影。图 1-33a 是正确画法，图 1-33b、1-33c 是常见错误画法。



a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 1-33　直径相等、轴线斜交两圆柱体的相贯线

例 1-13　圆柱与圆锥相贯，圆柱与圆锥公切于一个球面，且两者轴心线正交，求其相贯线的投影。图 1-34a 是正确画法，图 1-34b、图 1-34c 是常见错误画法。

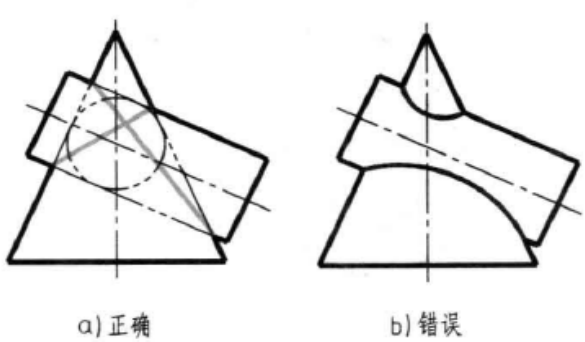


a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 1-34　圆柱与圆锥轴线正交

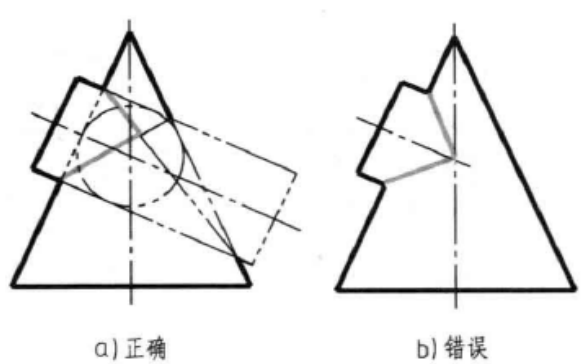
例 1-14　圆柱与圆锥相贯，圆柱与圆锥公切于一个球面，且两者轴心线斜交，求其相贯线的投影。图 1-35a 是正确画法，图 1-35b 是常见错误画法。

例 1-15　如图 1-36 所示，形体在例 1-35 的基础上作些变化，圆锥体的左侧有圆柱体，而右侧没有。图 1-36a 是正确画法，图 1-36b 是常见错误画法。注意相贯线投影的交点并不是两轴线的交点。



a) 正确　　b) 错误

图 1-35　圆柱与圆锥轴线斜交一



a) 正确　　b) 错误

图 1-36　圆柱与圆锥轴线斜交二

例 1-16 圆锥与圆锥相贯，如图 1-37 所示的两圆锥角相等的锥体，其轴心线正交，求其相贯线的投影。图 1-37a 是正确画法。没有特殊相贯线画法的概念，将特殊相贯线混同于一般相贯线，且没有认真地按照求相贯线的步骤逐一求相贯线上的各点，容易出现图 1-37b 所示那样的错误。有特殊相贯线的概念，但作图方法不清晰，则容易出现 1-37c 所示那样的错误。

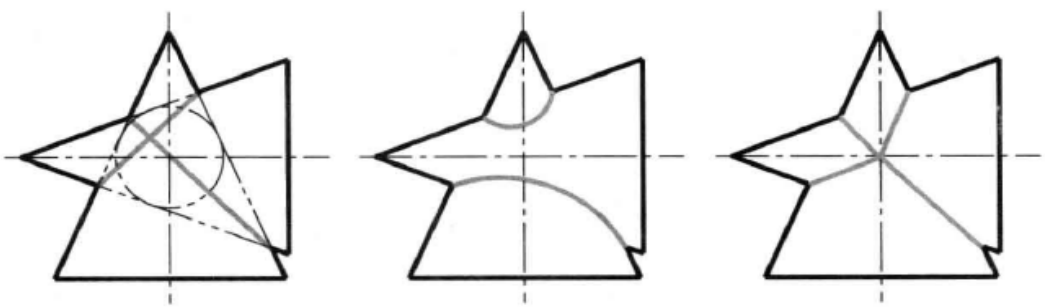


图 1-37 圆锥与圆锥相贯

2. 两回转面共轴线

两回转面共轴线时，其相贯线为圆。

例 1-17 如图 1-38 所示，圆柱与圆球共轴线，求其相贯线的投影。图 1-38a 是正确画法，图 1-38b 是常见错误画法。分析如下：相贯线为水平圆，因此其正投影应积聚为一条线。

例 1-18 如图 1-39 所示，圆球上开圆柱孔，求其相贯线的投影。图 1-39a 是正确画法，图 1-39b 是常见错误画法。分析该题和上题道理相同。

例 1-19 如图 1-40 所示，圆柱体上开圆孔，求其相贯线的投影。图 1-40a 是正确画法，图 1-40b 是常见错误画法。

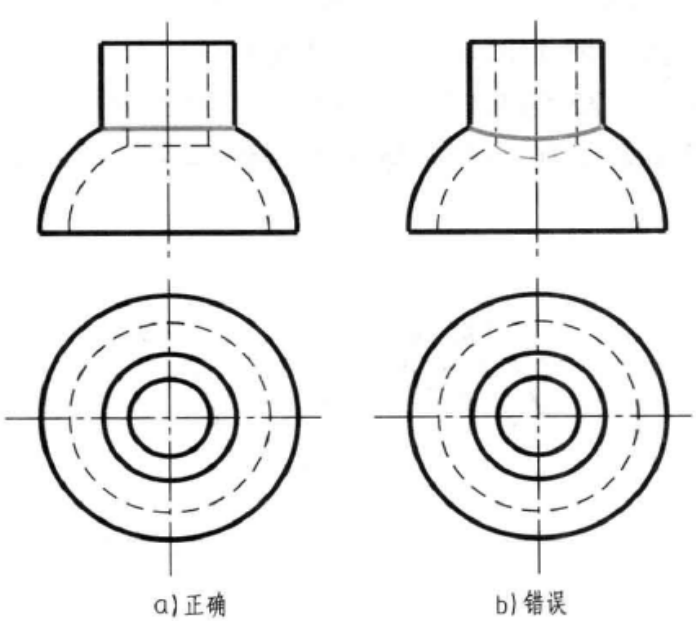


图 1-38 圆柱与圆球相贯

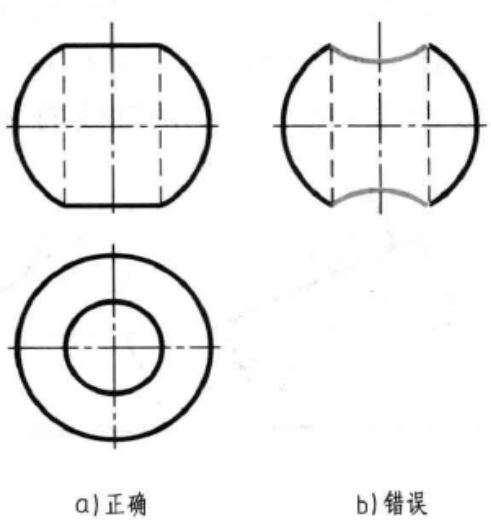
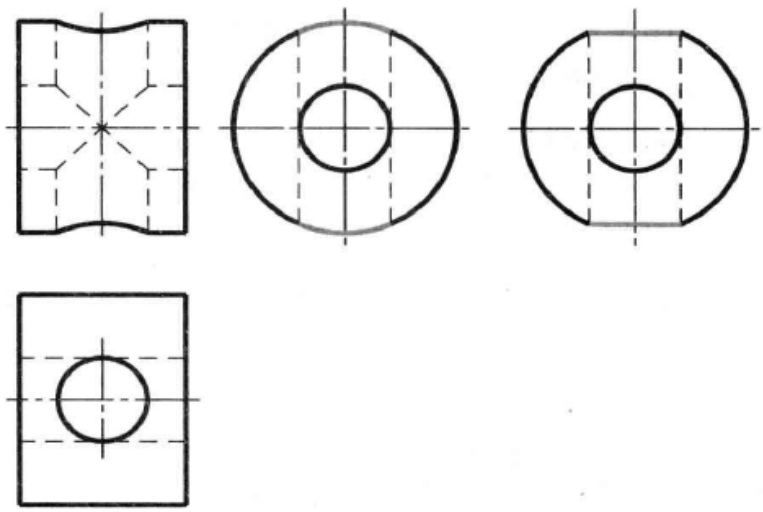


图 1-39 圆柱孔与圆球相贯



a) 正确　　b) 错误

图 1-40　圆柱体上开圆孔

第四节　组　合　体

组合体是在基本体的基础上通过叠加、挖切等方式而得到的，因此熟练掌握基本体的投影、平面截切基本体以及基本体相贯等知识是画好组合体的前提。除此之外，还要研究组合体的组合方式，即面与面、体与体的连接画法。

一、表面连接关系

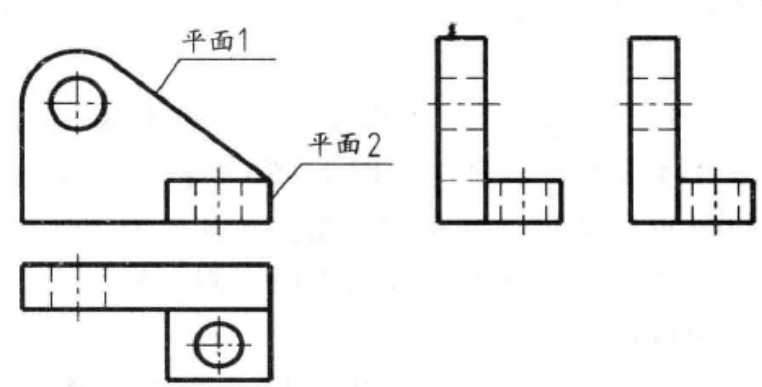
组合体表面有平面、曲面，彼此间的连接有平齐、相切和相交三种情况。

1. 两平面相交、错开与平齐

如果两平面相交或者位置错开，则视图上两平面投影间有线；如果平齐，则视图中两平面投影间无线。

1）两平面相交，其投影之间有线。

例 1-20　如图 1-41 所示，平面 1 为一正垂面，平面 2 为一侧平面，两平面相



a) 正确　　b) 错误

图 1-41　平面相交有线

交，彼此间有交线，视图上不可遗漏该交线的投影。因此正确的左视图如图 1-41a 所示，图 1-41b 是常见错误画法。

2）两平面错开，其投影间有线。

例 1-21 如图 1-42 所示，组合体由两个四棱柱体组成，平面 1 和平面 2 分别属于两个四棱柱体，两者都是正平面，前后错开。图 1-42a 中红色为底板上表面，是一水平面，其正投影积聚为一条线，这条线也是正投影中平面 1 和平面 2 的分界线。

3）两平面平齐，其投影间无线。

例 1-22 如图 1-43 所示，两形体组合后，平面 1 和平面 2 平齐合为一个平面，因此主视图中两者之间没有分界线。注意俯视图底板上表面只在两侧存在，其投影如图 1-43a 中红色部分，其正投影与水平投影应符合长对正的投影规律。图 1-43b 是常见错误画法。

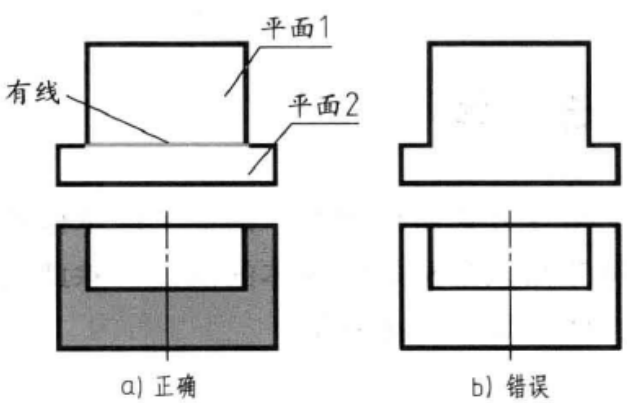


图 1-42 两平面错开，其投影间有线

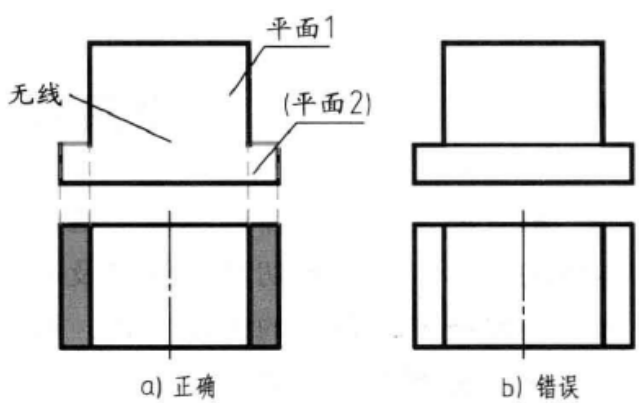


图 1-43 两平面平齐，其投影间无线

2. 两形体表面相截与相切

当相邻两形体的表面相切时，相切处无轮廓线，相对应视图上两表面之间也不画分界线。

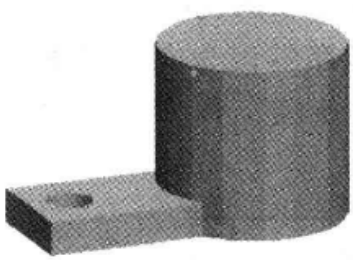
例 1-23 如图 1-44 所示的形体，底板前表面与圆柱体相截交，平面与圆柱面之间有交线，对应视图上，两表面投影间也应有线，图 1-44b 漏画了截交线，是常见错误画法。

例 1-24 如图 1-45 所示的形体，底板前表面与圆柱体相切，平面与圆柱面之间没有交线，因此图 1-45a 是正确画法，图 1-45b 中把切线画出来是错误的。

现在很多绘图软件可以通过三维实体自动生成其二维图形，在相切处也会自动生成切线。作这样的转换时，应注意去掉二维投影图上的切线。

二、实体与实体叠加组合

当两个实体叠加组合时，应注意实体内无线。见图 1-44 立体图，圆柱体与底板组合后，圆柱体左侧轮廓线的下段在组合体上不存在，因此视图上注意不要多画。正确画法如图 1-46a 所示，图 1-46b 的错误在于圆柱体左侧轮廓线多画了一段。



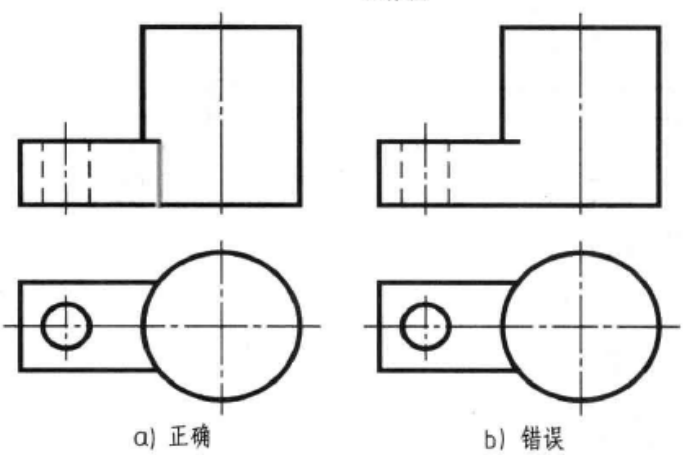
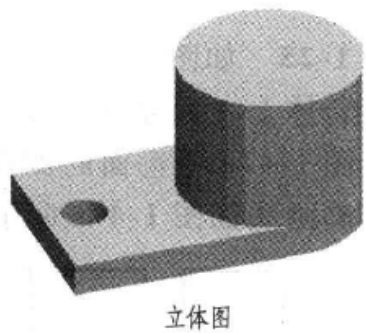


图 1-44　两形体表面相截交——截切有线



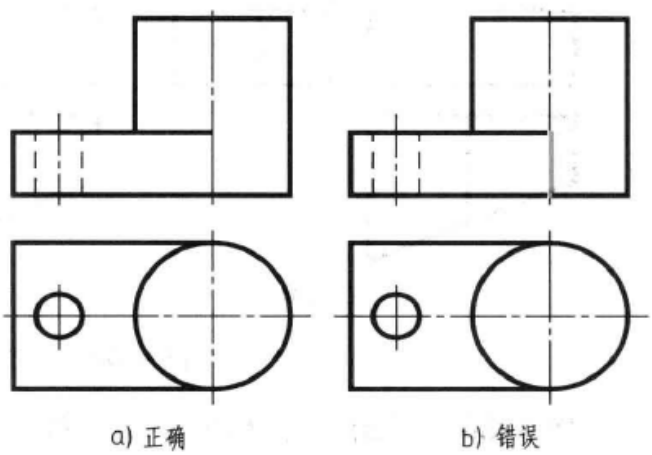


图 1-45　两形体表面相切——相切无线

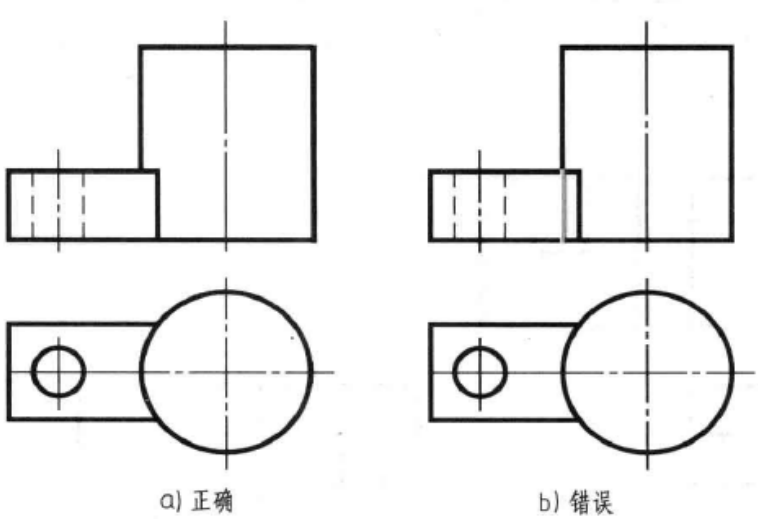


图 1-46　实体内无线

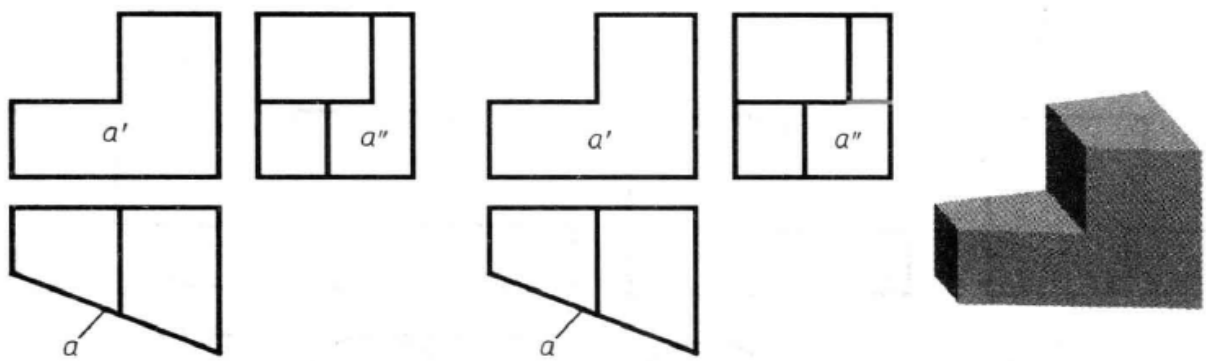
三、切割式组合体

挖切实际上可以看作是平面或曲面被截切。对于挖切得到的组合体，需要求出截断面的投影。解这类题目必须熟练掌握基本体的投影、基本体被平面截切的基本情况及截交线、截断面的投影作图。求解过程中应注意以下几点。

面的各个投影具有类似性，平面的投影有三种可能：①如果平面平行于投影面，则平面在该投影面的投影反映实形；②平面不平行也不垂直于投影面时，平面在该投影面上的投影为实形的类似形；③当平面垂直于投影面时，其投影积聚为一

条线。

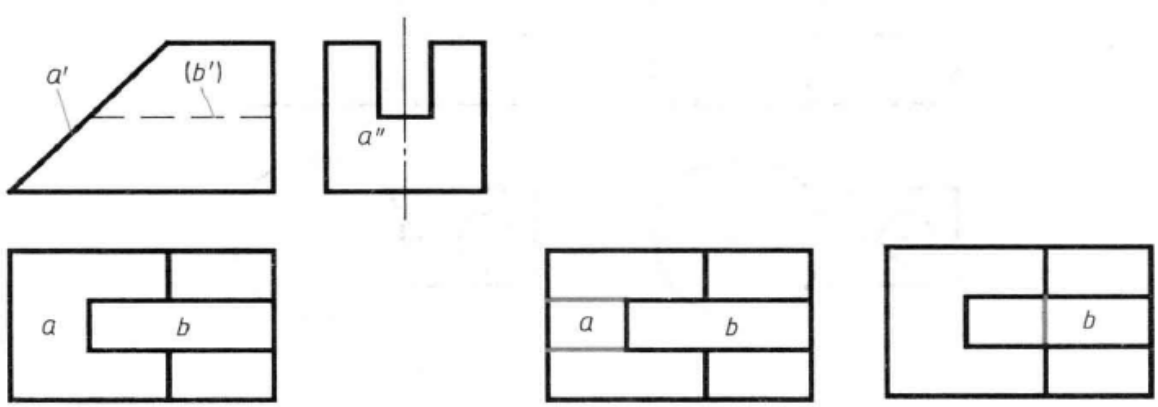
例 1-25 如图 1-47 所示，已知组合体的主视图和俯视图，求其左视图。分析：由于组合体上 *A* 面是铅垂面，其正投影和侧投影都应该为实形的类似形，彼此也类似，图 1-47b 铅垂面的侧投影投影 *A*″中多了一条线，和 *A*′不类似，因此是错误的。正确画法如图 1-47a 所示。



a) 正确　　b) 错误

图 1-47　平面投影的类似性一

例 1-26 开槽长方体被正垂面截切，已知其主视图、左视图，求俯视图。分析：本题是在四棱柱截切后形成的形体，求俯视图时可首先画出完整的四棱柱水平投影，然后画凹槽、左边截断面的投影。正确画法如图 1-48a 所示，图 1-48b 中的错误在于正垂面的水平投影 *A* 与侧投影 *A*″不具有类似性，图 1-48c 中的错误在于水平投影 *B* 中多了一条线。



a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 1-48　平面投影的类似性二

四、尺寸标注

尺寸标注有三项基本要求：正确、完整、清晰。

正确——指标注尺寸应符合国标规定。

完整——指所标注的尺寸应能唯一确定组合体的形状大小及各组成部分的相对位置，做到不重复、不遗漏。

清晰——指尺寸标注的布局整齐恰当，便于看图。

1. 尺寸标注的基本规定

（1）线性尺寸　为保证图示表达的唯一确定性，或保证图面的清晰，国家标准对于尺寸数字的书写有严格的规定。

对于水平尺寸，要求尺寸数字写在尺寸线的上方，或者尺寸线的中断处，如图1-49a和1-49b所示。图1-49c和图1-49d是常见错误注法。



图1-49　水平线性尺寸的标注

对于竖直方向尺寸，要求尺寸数字写在尺寸线的左边，且字头朝左。图1-50a和图1-50b为正确注法。图1-50c的错误在于尺寸数字在尺寸线的右边；图1-50d的错误在于尺寸数字字头朝右，数字“19”容易误读成“61”。

对于斜方向线性尺寸的标注，应该保持尺寸数字字头朝上的趋势，如图1-51a所示；也可将尺寸线打断，将尺寸数字水平地写在断开处，如图1-51b所示。图1-51c和1-51d是常见错误注法。

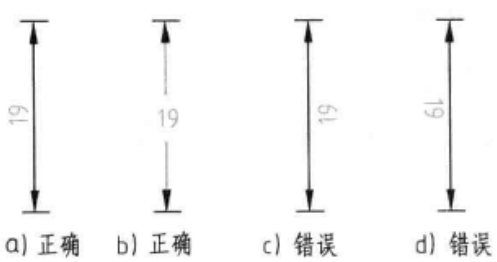


图1-50　竖直方向线性尺寸的标注

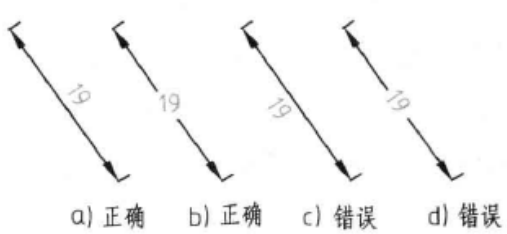


图1-51　斜方向线性尺寸的标注

（2）角度的标注　角度标注的方式如图1-52a和1-52b所示，尺寸线可连续也可断开。须注意的是：不论什么方向的角度，也无论尺寸线是否断开，尺寸数字一律水平书写。图1-52c和1-52d是常见错误标注方式。

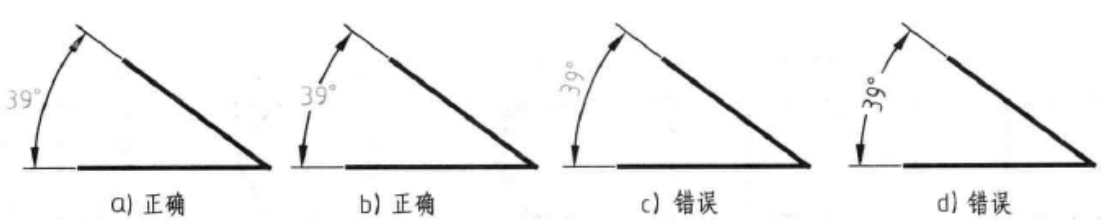


图1-52　角度的标注

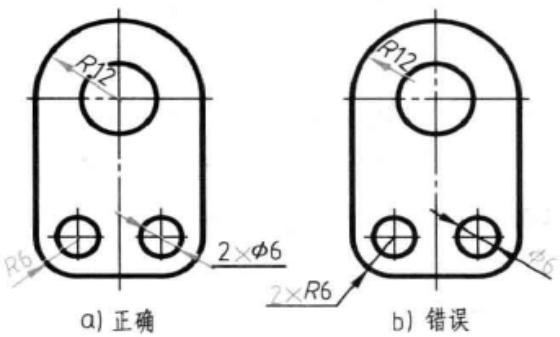
（3）弧长的标注　标注弧长的尺寸界线应平行于该弧所对圆心角的角平分线，如图1-53a所示。图1-53b的错误在于尺寸界线不平行于角平分线；图1-53c的错误在于没有标注弧长符号。

（4）半径与直径的标注　标注半径时，尺寸线一般应通过圆心，且表示半径的字母 R 前不写数量；但标注直径时，如果几何元素的数量大于1，则表示直径的



a) 正确　b) 错误　c) 错误

图 1-53　弧长尺寸的标注



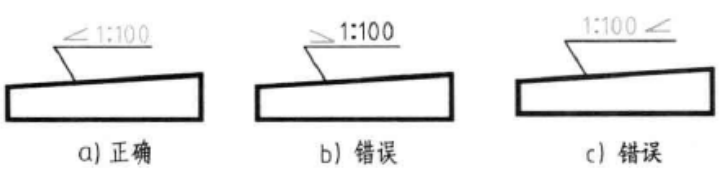
a) 正确　b) 错误

图 1-54　半径与直径的标注

字母 ϕ 前应写数量，如图 1-54a 所示。图 1-54b 中共有三处错误：上方半径 $R12$ 尺寸线没有通过圆心；左下方半径 $R6$ 前不该写数量 2；右下方直径 $\phi6$ 前应该写数量 2。正确注法如图 1-54a 所示。

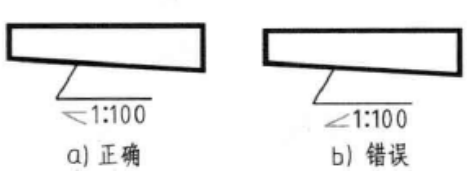
（5）斜度与锥度的标注　标注斜度与锥度时，应注意符号方向应与形体上的方向一致，且数字应写在符号的右侧，如图 1-55a、图 1-56a、图 1-57a 所示。图 1-55b、图 1-56b 和图 1-57b 的错误在于符号方向与形体上的斜度或锥度的方向不一致；图1-55c、图 1-57c 的错误在于尺寸数字写在了符号的左边。

（6）不要重复标注尺寸　标注尺寸时，注意不要重复。如图 1-58 所示的正六边形，如果确定了尺寸 B，则尺寸 A 可通过计算或绘图自然得到，因此尺寸 A 没必要也不允许标注。如果为方便看图，可以给出尺寸 A 作参考数字，但参考尺寸必须加括号。图 1-58b 为常见错误标注。



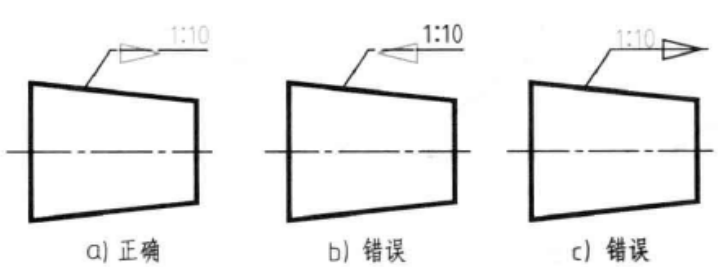
a) 正确　b) 错误　c) 错误

图 1-55　斜度的标注一



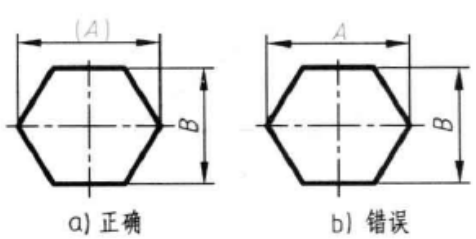
a) 正确　b) 错误

图 1-56　斜度的标注二



a) 正确　b) 错误　c) 错误

图 1-57　锥度的标注



a) 正确　b) 错误

图 1-58　不要重复标注尺寸

2. 尺寸标注的布局

为保证图面清晰，标注尺寸时应适当注意尺寸标注的布局。

1）尺寸线与尺寸界线不要交叉，尺寸线之间间隔应均匀，如图 1-59a 所示。图 1-59b 上尺寸线与尺寸界线相交，不清晰。当图形复杂，所注尺寸多时，清晰度

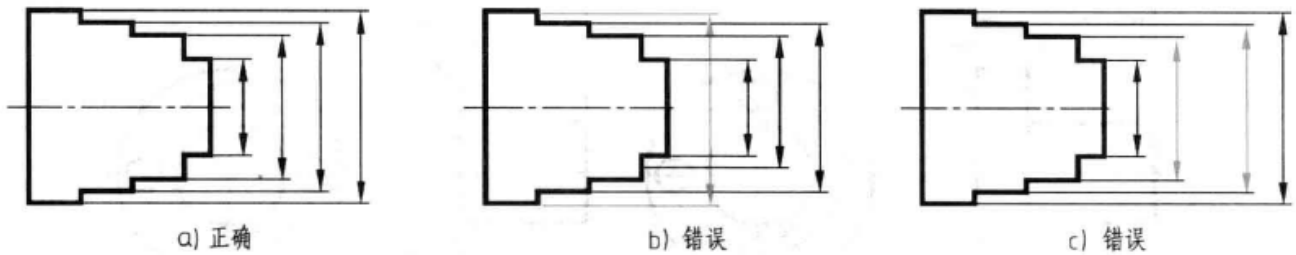


图 1-59　尺寸线与尺寸界线

更差。图 1-59c 上尺寸线之间间隔不等，不整齐，影响美观。

2）尺寸标注最好布局在图形之外。对比图 1-60a 与图 1-60b，很明显图 1-60a 比图 1-60b 要清晰、整齐，故图 1-60b 所示注法不好。

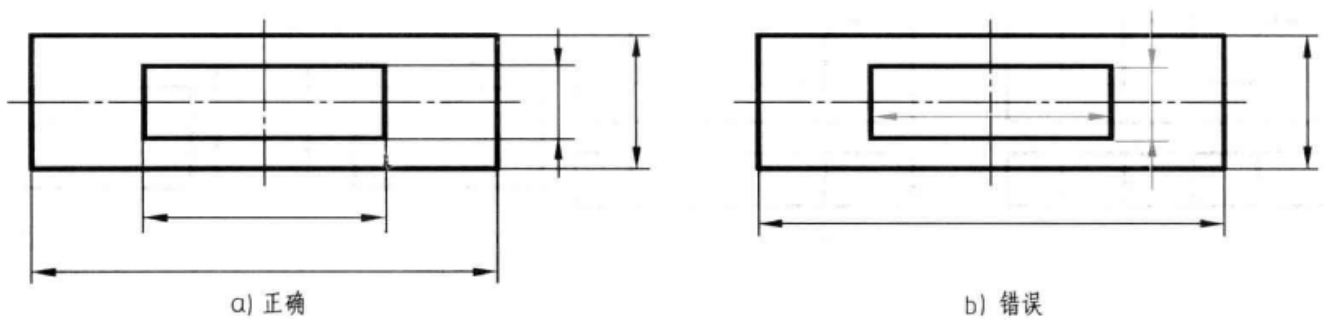


图 1-60　尺寸最好标注在图形之外

3）尽量不要在虚线上标注尺寸。虚线往往不能直观地反映形体的特征，因此一般不在虚线上标注尺寸。对比图 1-61a 和图 1-61b 所示尺寸注法，明显图 1-61b 不如图 1-61a 直观。

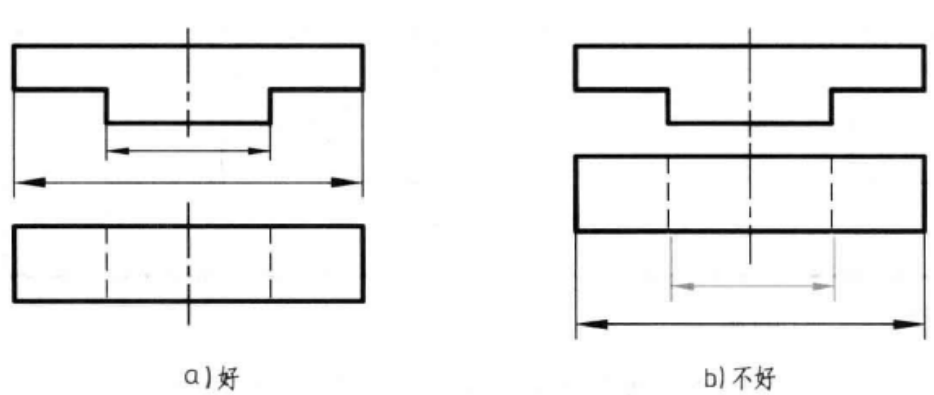
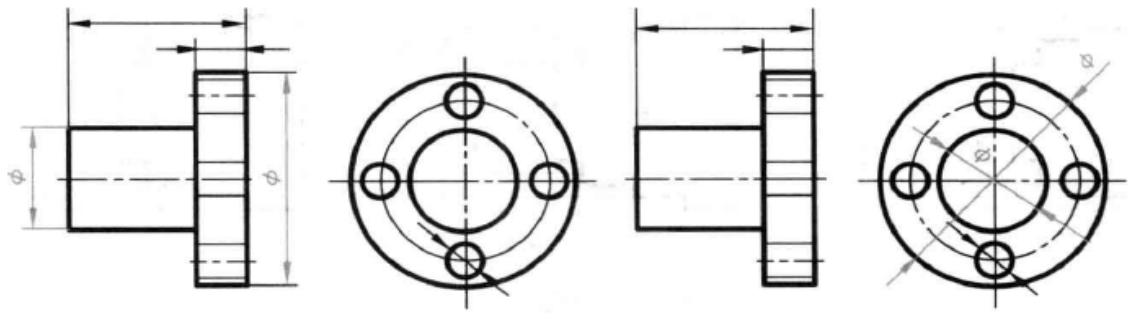


图 1-61　不要在虚线上标注尺寸

4）回转体较多时，直径一般标注在非圆视图上。对比图 1-62a 和 1-62b 所示尺寸标注，很明显前者图面比后者要清晰。

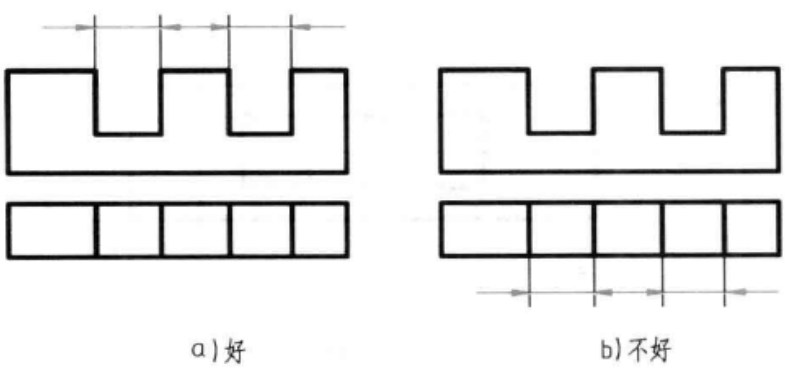
5）尺寸最好标注在反映形体特征的视图上。比较图 1-63a 和图 1-63b 所示的尺寸标注，显然前者比后者更直观。

6）同一结构的尺寸尽可能地集中标注。对比图 1-64a 和 1-64b 所示的尺寸标



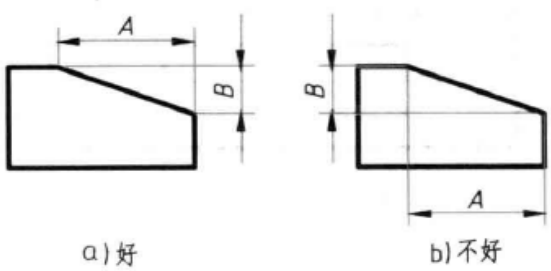
a)好　　b)不好

图 1-62　回转体的直径一般标注在非圆的视图上



a)好　　b)不好

图 1-63　尺寸应标注在反映形体特征的视图上

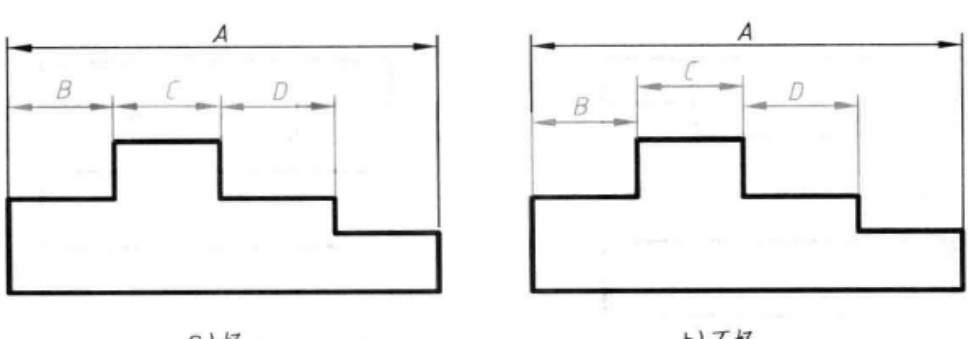


a)好　　b)不好

图 1-64　同一结构的尺寸集中标注

注，前者的尺寸标注更集中，看图方便，图面清晰，优于后者。

7）同一方向连续标注的尺寸尽可能地排列整齐。对比图 1-65a 和 1-65b 所示的尺寸标注，前者尺寸排列整齐、美观，优于后者。



a)好　　b)不好

图 1-65　同方向连续标注的尺寸应排列整齐

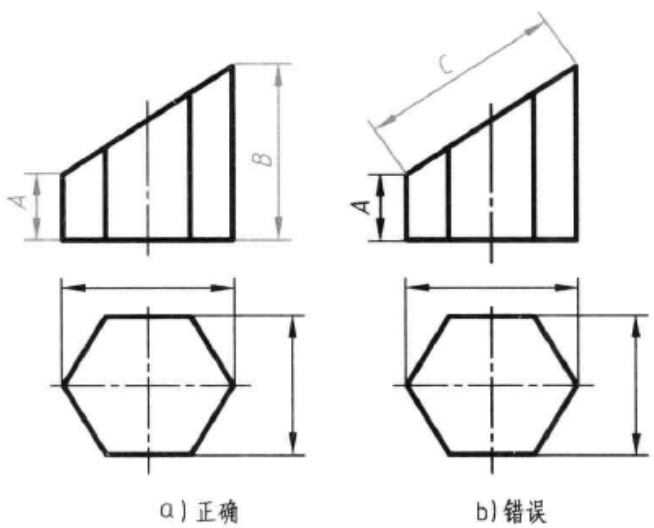
3. 几何形体的尺寸标注

当基本体被平面截切时，一般不直接标注截交线的尺寸，而是标注能确定截切平面位置的尺寸。截切平面相对基本体的位置一旦确定，截交线的形状和位置也自然确定了。

例 1-27　如图 1-66 所示，正六棱柱体被一正垂面截切。图 1-66a 中，标注了尺寸 *A* 和尺寸 *B*，*A* 和 *B* 确定了正垂面相对六棱柱体的位置，截断面的形状以及截

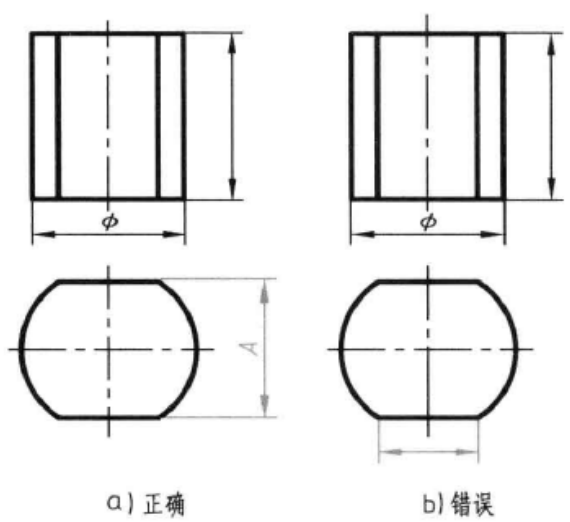
交线的长度均可用换面法绘图或计算得到，因此不须标注。图 1-66b 中所注尺寸 C 为截断面上顶点间的最远距离，不便于确定截平面相对于六棱柱体的位置，故标注错误。

例 1-28　如图 1-67 所示，圆柱体被前后两个对称的正平面截切，该截断面的形状为矩形，截平面与圆柱体的上下表面的截交线为直线，为上下表面圆上的弦。如图 1-67a 所示，一旦确定了尺寸 A，则两截平面的位置也就确定了，弦长也就自然可以得到，不需再标注。图 1-67b 是常见的错误标注。



a) 正确　　b) 错误

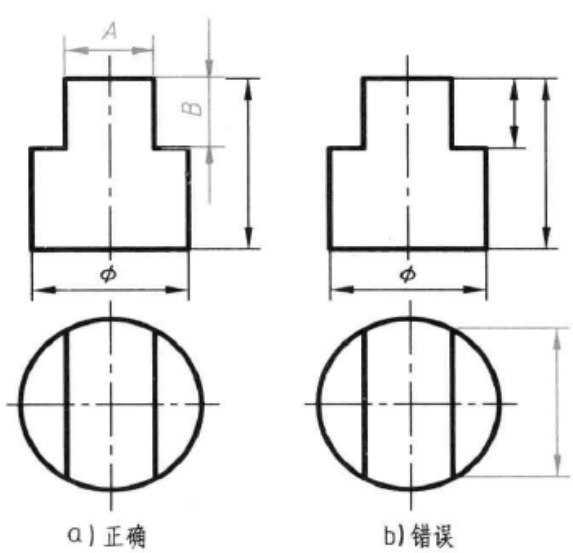
图 1-66　截切标注一



a) 正确　　b) 错误

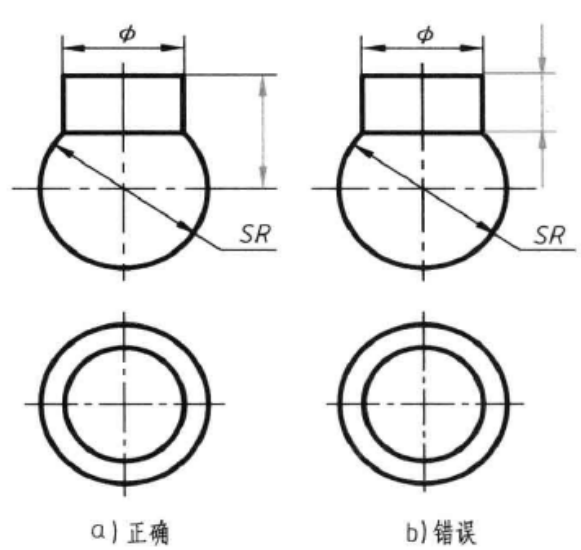
图 1-67　截切标注二

例 1-29　如图 1-68 所示，圆柱体左右各有两个截平面，一个侧平面和一个水平面。图 1-68a 中通过尺寸 A 确定两个侧平截平面的位置，通过尺寸 B 确定了水平截平面的位置，弦长为截交线，不必标注。图 1-68b 是常见的错误标注，没有直接标注可以确定两个侧平截平面的位置的尺寸，而是通过截交线的长度，倒推算截平面的位置，不妥。



a) 正确　　b) 错误

图 1-68　截切标注三



a) 正确　　b) 错误

图 1-69　相贯线的标注

相贯线也同样如此。一般不直接标注相贯线的形状，而是标注两个立体各自的定形尺寸和相对位置尺寸。一旦这些尺寸确定，则相贯线的形状和位置也自然确定了。

例 1-30 如图 1-69 所示，圆柱与圆球相贯，图 1-69a 是正确注法，图 1-69b 为错误的注法。

第二章　机件表达法

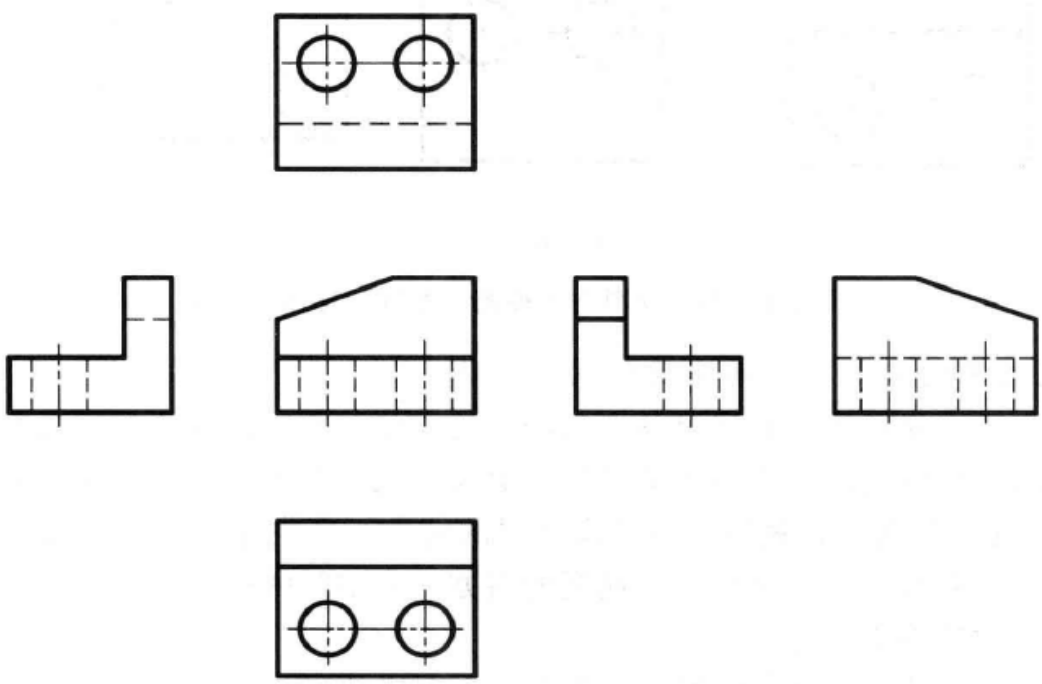
第一节　视　　图

一、基本视图与向视图

1. 标注

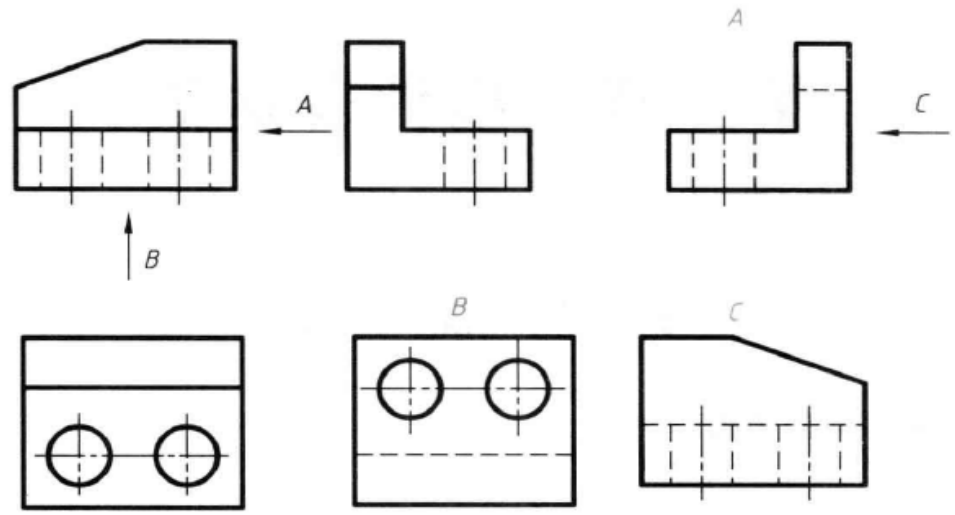
向视图与基本视图其实是同一种视图，区别在于配置在图面上的位置不同，须注意它们的标注。

当视图按投影关系配置（即按标准位置配置）时，无须标注图名，如图 2-1a 所示。而当视图按向视配置时，则必须标注图名，且图名为单个字母，如图 2-1b 所示。图 2-1c 中有三个错误：①由于主视图、左视图、俯视图是按标准位置配置的，因此其图样上标注“主视图”、“左视图”、“俯视图”等字样是多余的；②图名应为单个字母，因而“*A* 向”、“*B* 图”等字样应改为“*A*”、“*B*”（这里“*A* 向”是旧国家标准规定的标注法）；③图名应该注写在图的正上方，“*C*”标注在图的下方不对。

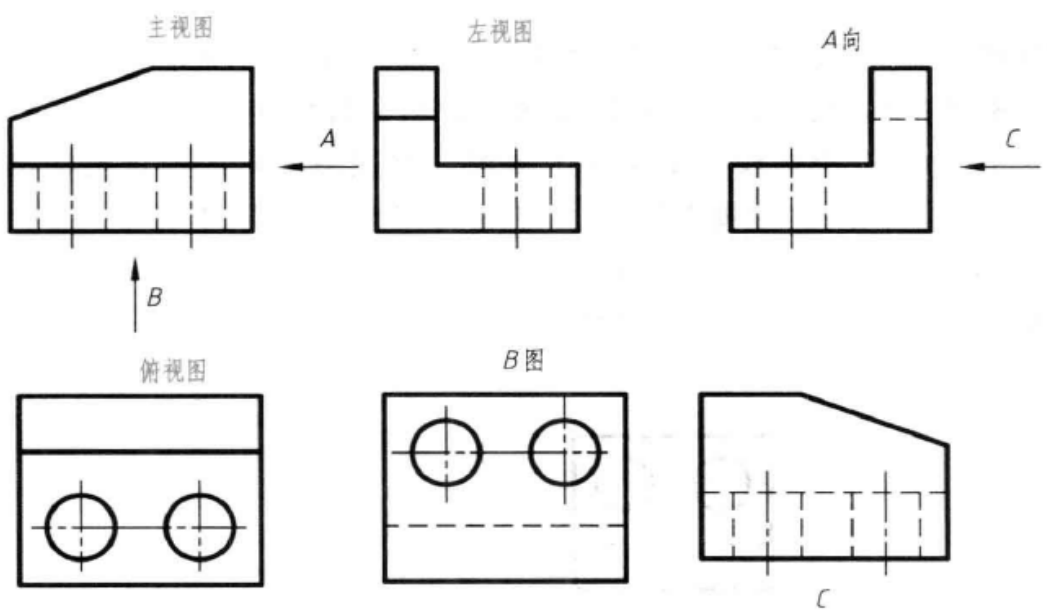


a）基本视图的标准配置

图 2-1　基本视图与向视图的配置和标注



b) 基本视图的向视配置



c) 错误

图 2-1 基本视图与向视图的配置和标注（续）

2. 视图中的方位与空间方位的对应关系

在六个基本视图里，要注意各个视图上的方位与空间方位的对应关系，还要注意对比视图与视图之间在方位上的差别与对应，尤其是前后方向和左右方向，如图2-2所示。在仰视图中，视图上方代表空间的前方，而在俯视图中，却是视图的下方代表空间的前方；在左视图中，视图的右方代表空间的前方，而在右视图中，却是视图的左方代表空间的前方。

如图2-3所示，箱体的后部内壁上有一个向里的突起，在俯视图中，该突起靠近视图的上方，而在仰视图中，该突起应靠近视图的下方；箱体上壁外侧有一个凸台，在俯视图中，该凸台可见，而在仰视图中，该凸台的外沿不可见。

左视图与右视图、主视图与后视图的情况与此类似。

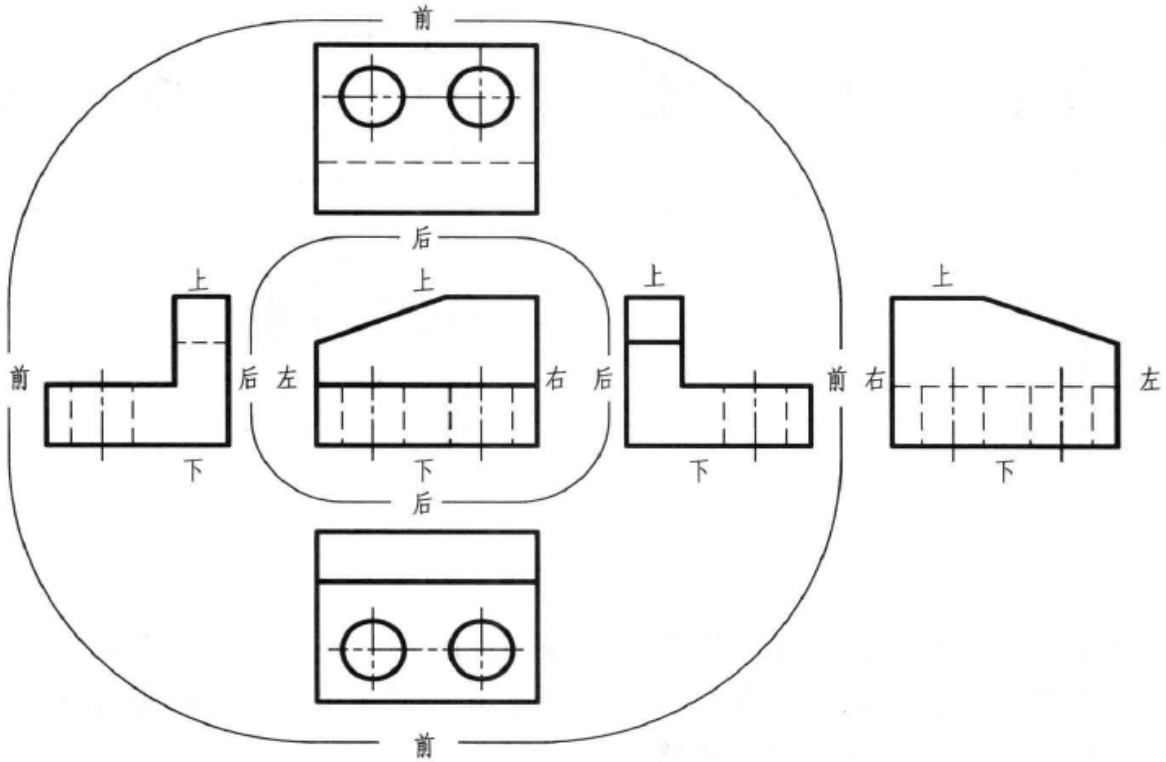


图 2-2　视图上方位与空间方位的对应

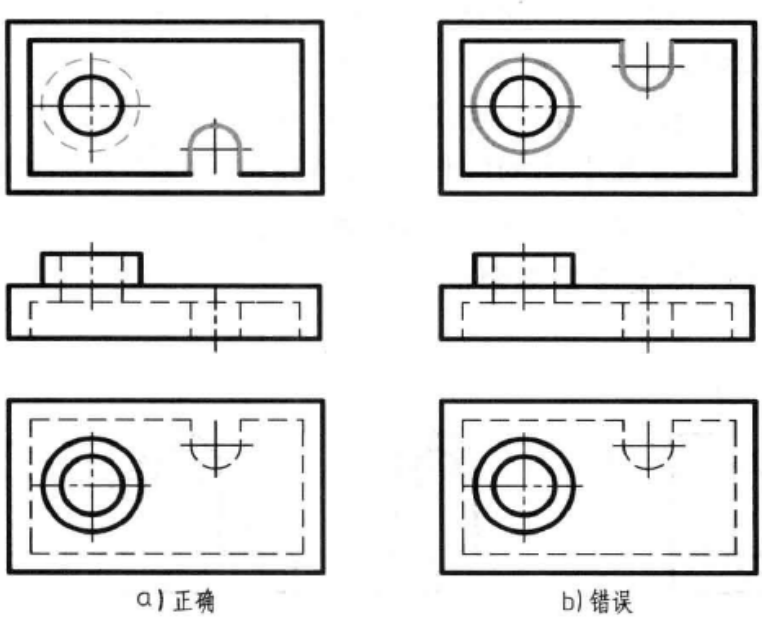


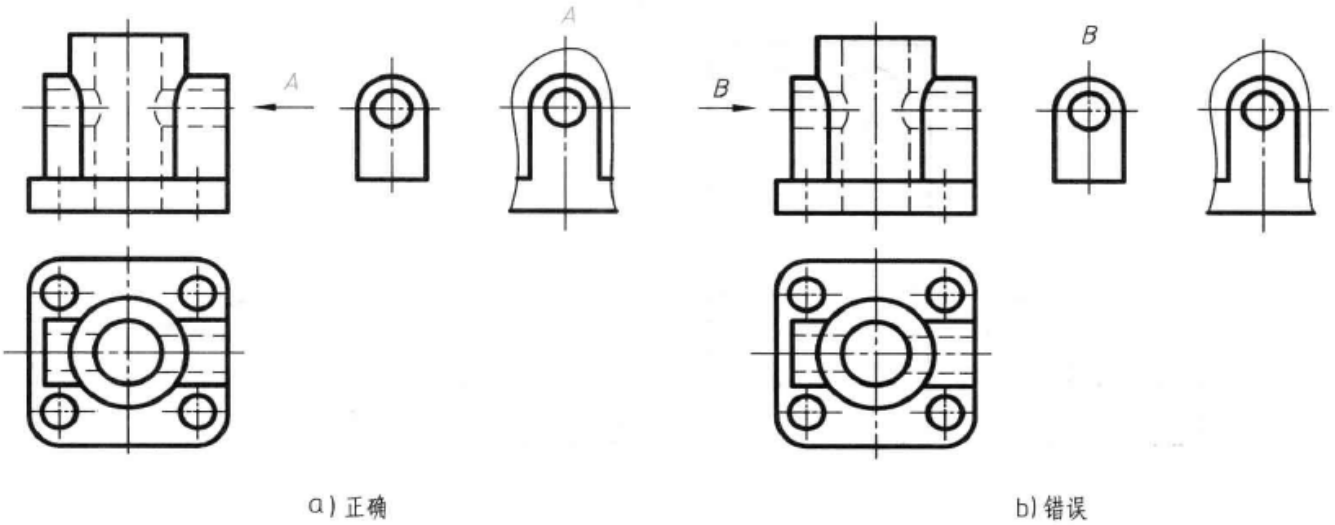
图 2-3　仰视图上的方位

二、局部视图

局部视图是仅把物体的某一部分向基本投影面投射而得到的视图。画局部视图需要注意四点。

1. 局部视图的标注

局部视图可以按基本视图的方式配置，这时可以省略标注；也可以按向视图的方式配置，这种情况不能省略标注。



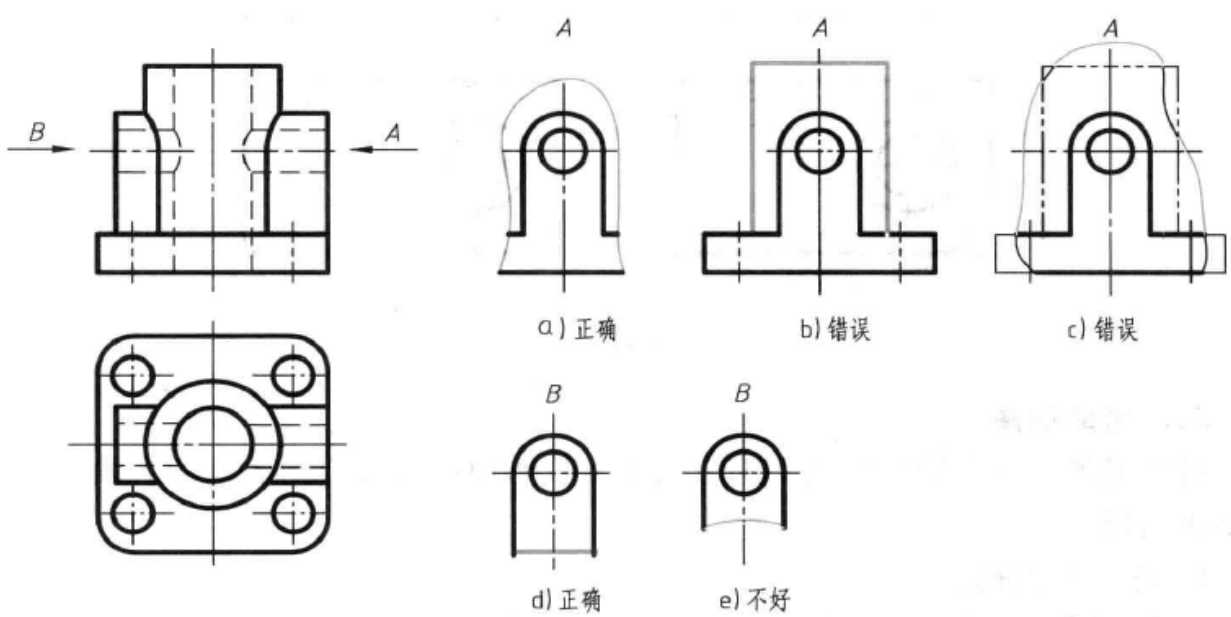
a) 正确　　b) 错误

图 2-4　局部视图的配置与标注

图 2-4 中有两个局部视图。其中 *B* 向局部视图是从左往右，投射到侧投影平面得到的，相当于左视图的看图方向，该局部视图又配置在左视图的规定位置，且中间没有其他图形隔开，因而可以省略标注，图 2-4b 中 *B* 向局部视图的标注是多余的；第二个局部视图是从右向左投射得到的，相当于右视图的方向，而该局部视图并没有配置在右视图的位置，因而其图名的标注字母 *A* 不能省略。图 2-4b 中的错误在于省略了该局部视图的标注“*A*”及相应的箭头。

2. *局部视图重在表达尚未表达清楚的局部结构，不要多画其他结构*

如图 2-5 中物体底板和中间的圆柱体已经通过主视图和俯视图表达清楚了，因此 *A* 向局部视图中没有必要把底板和圆柱体完整画出，正确画法如图 2-5a 所示；图 2-5b 中底板和圆柱体投影是多余的。



a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

d) 正确　　e) 不好

图 2-5　局部视图的画法

3. 局部视图中波浪线的画法

波浪线是假想的物体实体的破裂线。有实体的部位才能有破裂，因而才能有波浪线。图 2-5a 中局部视图的波浪线是正确的，而图 2-5c 中的局部视图上，波浪线超出了物体轮廓线（如图中细双点画线所示），因而是错误的。

当局部轮廓呈封闭图形时，应将该图形完整画出，此时没必要画波浪线，如图 2-5d 所示；图 2-5e 中局部结构没有完整画出，不妥。

4. 按第三角画法配置的局部视图

图 2-6 中，凹槽在圆柱体的前方，按第三角画法配置时，图 2-6a 是正确的，图 2-6b 中左图的错误在于凹槽的方向画反了，右图的错误在于局部视图的细点画线没有和原视图上的细点画线对齐，不符合规定配置位置。图 2-7a 中局部视图是正确的，图 2-7b 中凹槽的方向画反了。

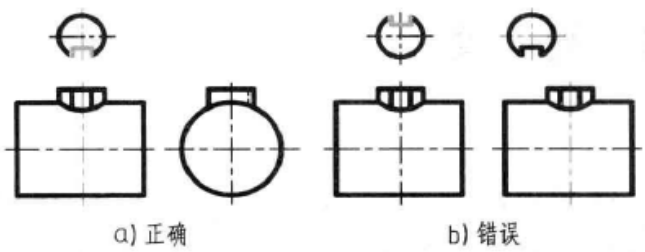


图 2-6　局部视图第三角画法配置一

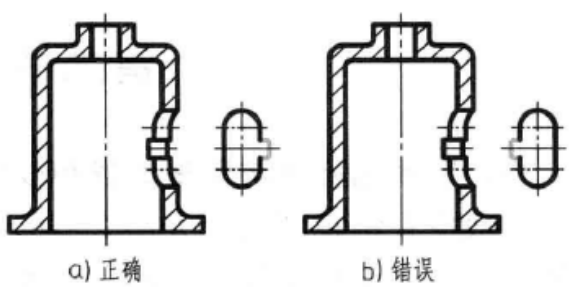


图 2-7　局部视图第三角画法配置二

三、斜视图

1. 斜视图的标注

当斜视图与原视图按投影关系配置、且当中没有其他图形隔开时，标注中，可省略字母，如图 2-8a 所示，否则不可省略字母。如图 2-8b 和图 2-8c 所示，由于斜视图没有按标准位置配置，因而需要标注字母及箭头，图 2-8b 中“*A* 向”是旧国家标准的标注样式，现已作废；图 2-8c 所示为现行标准规定的标注方式。

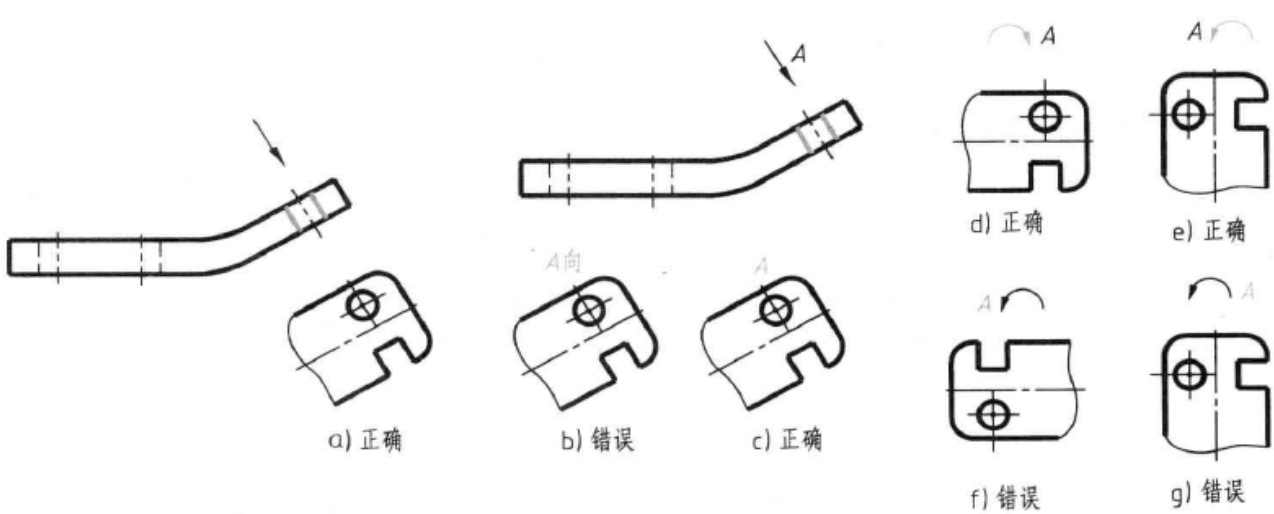


图 2-8　斜视图画法及标注

2. 斜视图旋转摆正放置后的画法与标注

为了合理利用图幅，常将斜视图旋转摆正放置后作图，要注意以下两点。

1）旋转角度应小于90°。图2-8d和图2-8e分别把斜视图向右和向左进行了旋转，旋转角度均小于90°，是正确的；而图2-8f中，斜视图旋转角度超过了90°，是错误的；矩形槽本来在物体前方，但按图2-8f来判断，容易误解为在物体的后方。

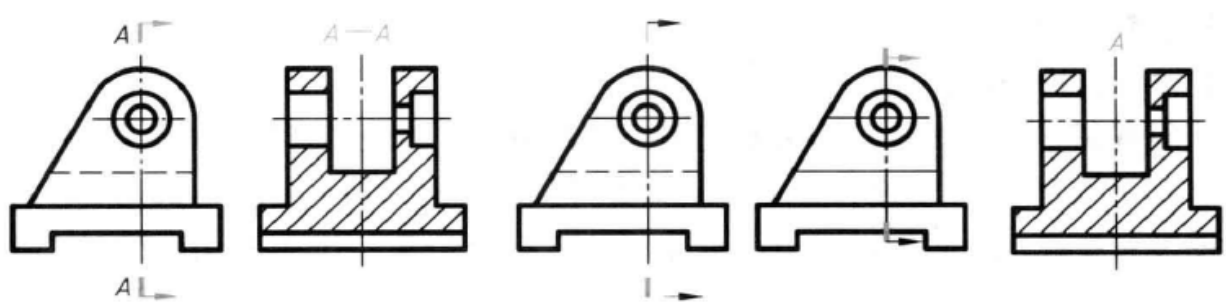
2）旋转后需要注出斜视图的旋转方向，旋转方向用箭头表示，称为旋转符号。注意旋转符号箭头端邻近字母。图2-8d和图2-8e是正确的。图2-8g中，箭头没有邻近字母，是错误的。

斜视图多半是局部视图，因而与局部视图一样，假想的机件破裂线是波浪线；当局部结构的轮廓线封闭时，则无须画波浪线。

第二节 剖 视 图

一、剖视图标注与画法的通用规则

一般应在剖视图的上方用大写的拉丁字母标出剖视图的名称“×—×”。在相应的视图上用剖切符号表示剖切位置，用箭头表示投射方向，在短粗实线与箭头的拐角处，标注与剖视图相对应的字母，如图2-9a所示。



a) 正确　b) 错误　c) 错误　d) 错误

图2-9 剖切平面位置与投射方向的标注

1. 剖切平面位置与投射方向的标注

（1）剖切平面的位置　剖切平面的位置用剖切符号来表示，通常是以两条短粗实线代表剖切平面的积聚投影，线宽应为 $b \sim 1.5b$，b 为粗实线的宽度。

（2）剖切符号应与视图的轮廓线保持适当的距离，不应相交。

（3）投射方向用箭头表示　箭头中的直线段是细实线，箭头应画在剖切符号的外端处，并与剖切符号垂直。

图2-9b中，上方剖切符号画成细实线是错误的，下方箭头与剖切符号分离也是错误的。图2-9c中，上方的错误有两个：剖切符号与视图中轮廓线相接触，不对；另外箭头与剖切符号成T形，也不对。下方剖切符号与物体轮廓线相交，

更是错误的。图 2-9d 中，剖视图的标注应为单字双写，即 *A*—*A*，而不应该是一个 *A*。

平行平面剖切和相交平面剖切的标注详见后面的相关章节。

2. 剖切平面位置的选择

（1）应尽可能多地表达物体的结构　如图 2-10a 所示，剖切后的视图上，既能反映空腔前面的宽度，同时也能反映空腔的后部。而如果剖切平面位于图 2-10b 所示的位置，剖切后的视图上只能看到空腔的后部，显然表达效果不如前者。

（2）剖切平面不应与视图中的轮廓线重合，避免误解　如图 2-10a 所示，得到的剖视图只有图示的一种可能，而如果剖切平面位于图 2-10c 所示的位置时，容易误画成最上方的图形。

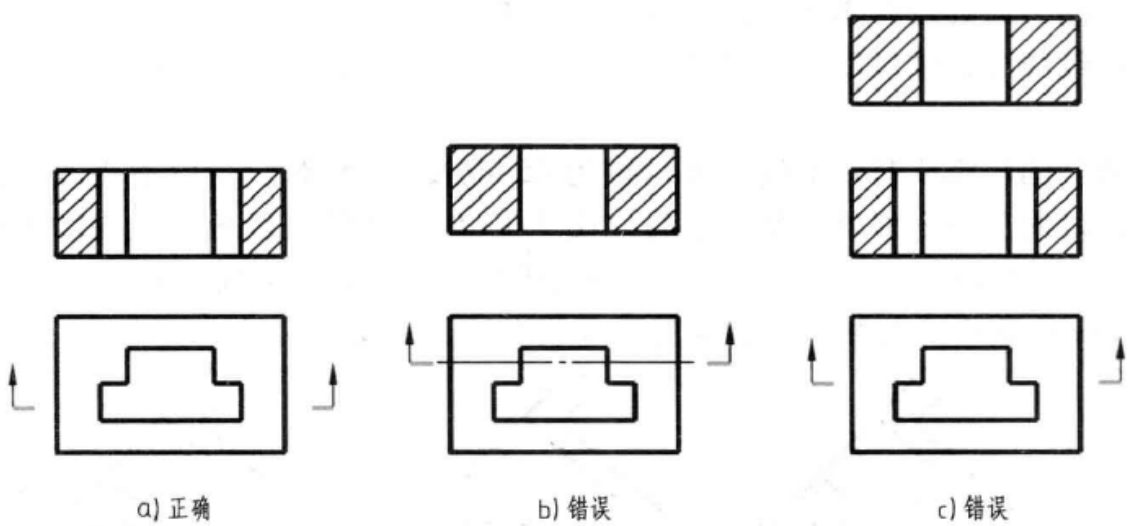


图 2-10　剖切平面位置的选择一

（3）避免产生不完整要素　图 2-11a 中，用两个相交的平面进行剖切，可以将两侧的小孔完整地剖出，剖视图上反映了小孔的直径。而图 2-11b 中，剖切平面没有通过两侧小孔的轴心线，所画的图线是剖切平面与小孔的截交线，小孔的直径在剖视图上没有反映出来，不妥。

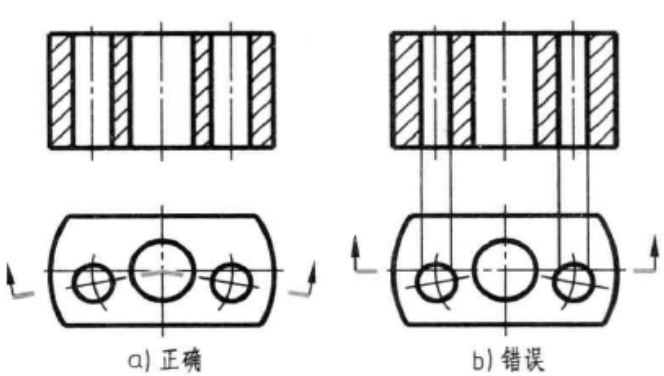


图 2-11　剖切平面位置的选择二

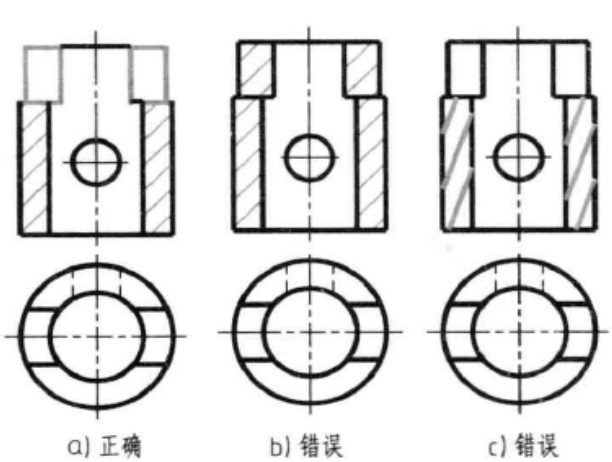


图 2-12　剖面符号的画法

3. 剖面符号

剖面是指假想用剖切平面切开物体，剖切面与物体的接触面。由于剖面不是物体本身所具有的表面，为了区别它们，必须在剖面区域里画上剖面符号。剖面符号因材质的不同而不同，详细可参考国家标准或相关机械制图教材。关于材质的错误画法参见装配图实例铣刀头中的毛毡，旋塞中的填料。

不需在剖面区域中表示材料的类别时，可采用通用剖面线表示，金属材料一般采用通用剖面线。绘制剖面线应注意以下几点。

（1）通用剖面线的绘制　通用剖面线应以适当角度的细实线绘制，最好与主要轮廓或剖面区域的对称线成45°角。细实线间的间隔应该均匀，如图2-12a中的主视图。图2-12b中的错误是上方左右两侧各有一个凹槽，剖切时，剖切平面位于凹槽的中间，此处没有实体，因此此处不应有剖面线。图2-12c中的错误有两个：一是剖面线应该是细实线，而图上却是粗实线；二是剖面线与零件的轮廓线不是45°，不妥。

当零件的轮廓线与水平线的夹角也为45°或接近45°时，则应适当改变剖面线的倾角，以避免与零件的轮廓线平行。图2-13中，弯管上段轮廓线与水平线夹角接近45°，在图2-13a和图2-13b中，剖面线与零件此处轮廓线不平行，是正确的；而图2-13c中剖面线与物体弯管处的轮廓线平行，不妥。

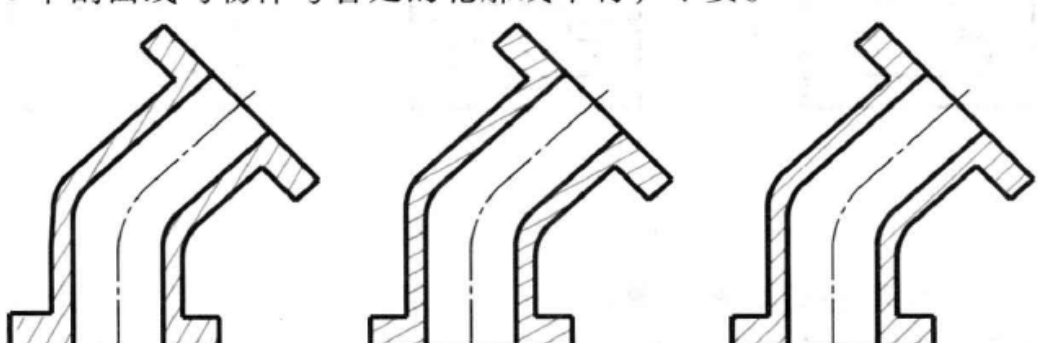


图2-13　剖面符号应避免与零件轮廓线平行

（2）同一零件在各剖面中的剖面线必须一致　当一个零件被剖切的区域有几个时，所有剖切区域中剖面线的方向、间距都应该完全一致。保证同一零件在各区域中的剖面符号一致，在装配图中尤为重要，是区别零件的重要手段。如图2-14中的左视图，其中图2-14a是正确的。图2-14b中的错误在于：剖面线的方向与主视图中的相反。图2-14c中的错误在于：左视图上，剖面线方向虽然与主视图中的剖面线方向一致，但剖面线的间距却不一样。

（3）当图中既有剖视图又有断面图时，同样要遵循剖面线一致的原则　如图2-15所示的手柄，为表达扳手孔，左边有局部剖视图；为了表达手柄杆部的断面形状，用了重合断面图，正确画法如图2-15a所示。图2-15b中的错误在于断面图的剖面线与剖视图的剖面线无论方向还是间距都不一致。

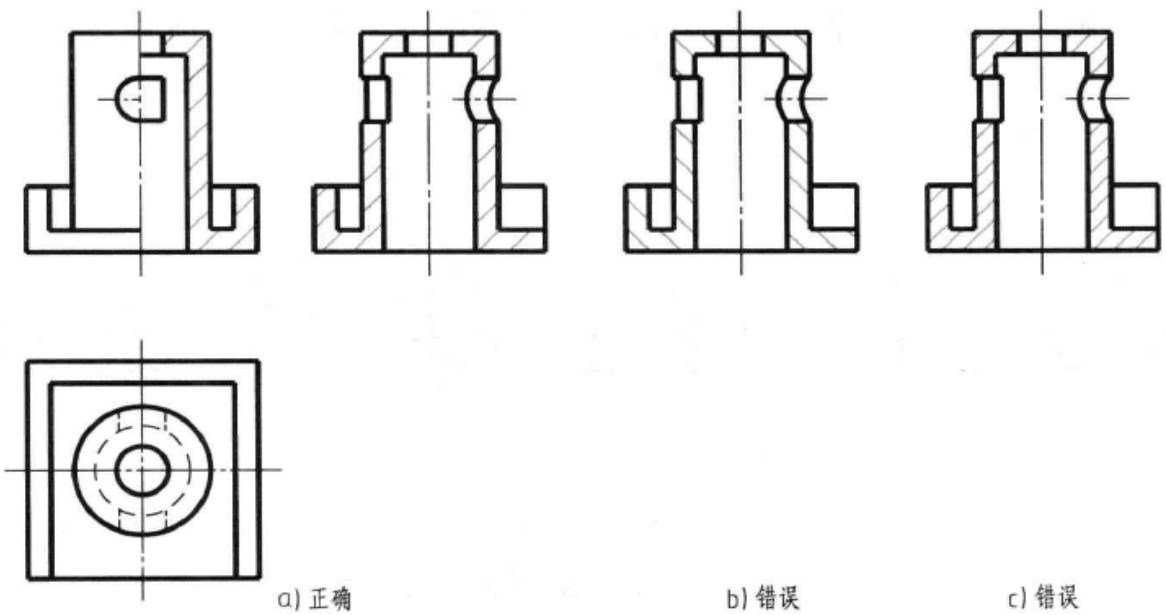


图 2-14　各剖面区域中剖面线须一致

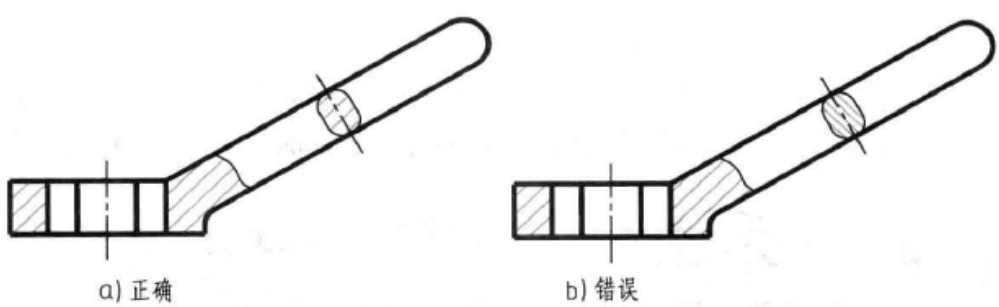


图 2-15　剖视图与断面图中的剖面线应一致

（4）剖视图中再作局部剖视图　当剖视图上再作局部剖视图时，为区别局部剖视图与原剖视图，可将两者的剖面线错开。注意：两者仍然要同方向、同间隔，如图 2-16a 所示。图 2-16b 的错误在于剖面线没有错开，图 2-16c 的错误在于剖面线的间距不一致，图 2-16d 的错误在于剖面线的方向不一致。

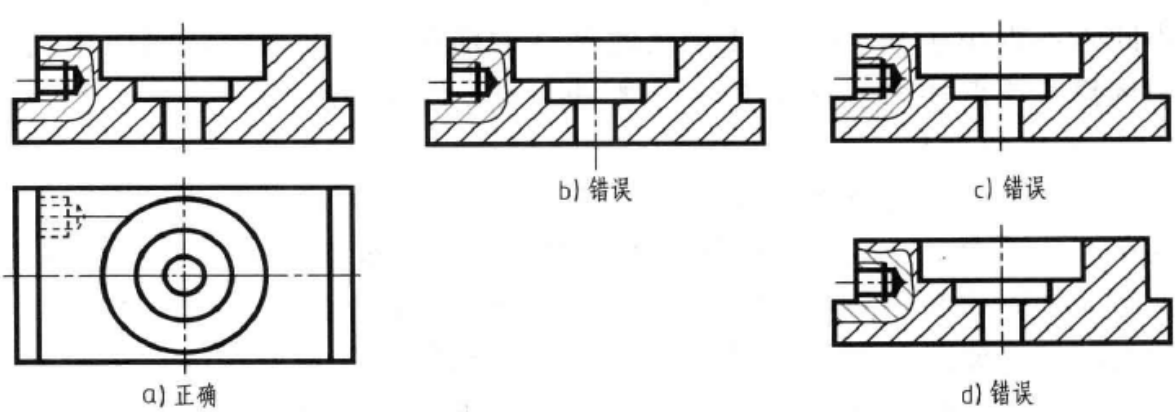


图 2-16　剖视图中又有局部剖时剖面线的画法

（5）假想零件的剖面线　在装配图上，可用假想画法绘制相邻的零件。如果这样的零件被剖切，它的剖面区域该怎样表达呢？根据 GB/T 4458.1—2002《机械制

图　图样画法　视图》，假想零件的剖面区域不画剖面符号，如图2-17a所示。图2-17b中的错误在于：相邻假想零件轨道的剖面区域画了细实线的剖面符号；图2-17c中，轨道的剖面区域绘制了平行的细双点画线，也不对。

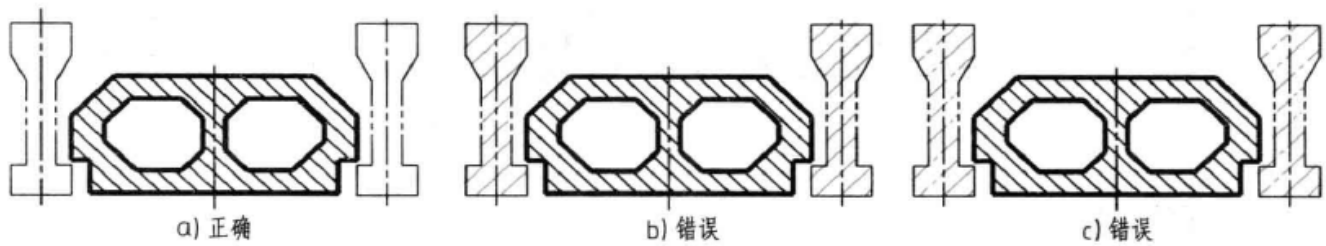


图2-17　假想零件的剖面区域

（6）省略剖面线的情况　当剖切平面通过实心的轴、手柄，以及螺栓、螺柱、螺钉、螺母、垫圈、销、键等标准件的对称线时，这些零件按不剖处理。螺纹联接件以及销、键等零件的画法详见本书第四章中相关内容。

图2-18a所示为实心铆钉的画法。当剖切平面通过其轴心线时，应按不剖处理，图2-18b错误在于铆钉画了剖面线。

图2-19所示为实心手柄的画法。手柄是实心回转体零件，当剖切平面通过其轴心线时，也应按不剖处理。图2-19b的错误在于手柄剖面区域画了剖面线。

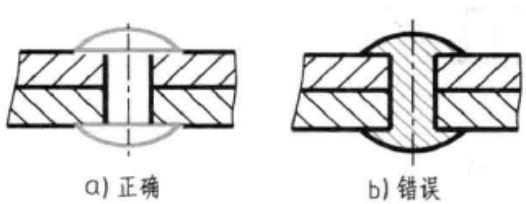


图2-18　实心铆钉

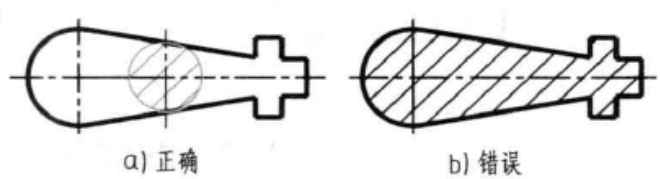


图2-19　实心手柄

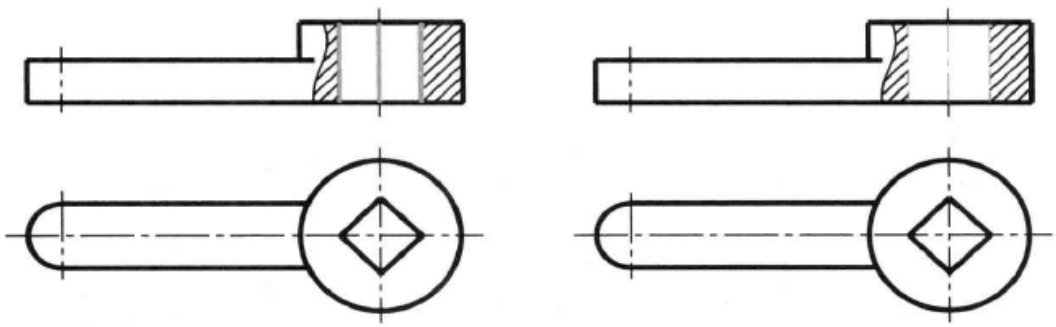
（7）相邻物体的剖面线　相邻物体的剖面线必须以不同的方向或以不同的间隔画出，该点详见第六章第一节装配图规定画法中相关内容。

（8）GB/T 17450—1998《技术制图　图线》中的规定　标准规定两条平行线的最小间隔不得小于0.7mm。在满足此条件的前提下，剖面线间隔应视剖面区域的大小选择。该点详见第六章图6-27零件1与零件5的剖面线。

4. 轮廓线的处理

（1）剖切后不可见变为可见的轮廓线　不可见变为可见有两种情况：一种是轮廓线在剖切平面上，剖切后该轮廓线变为可见，如图2-20中方孔的左右轮廓线；另一种情况是轮廓线在剖切平面之后并且与剖切平面之间没有其他结构遮挡，剖切后也变为可见，如图2-20方孔中间的棱线。无论轮廓线是否在剖切平面上，只要剖切后变得可见，都应画成粗实线，如图2-20a所示。图2-20b中，剖切后方孔的左右轮廓线以及中间的棱线变为可见，却依然用细虚线绘制，是错误的。

（2）容易漏画的线　位于剖切面之后的可见轮廓线的投影，常见剖切面后的轮廓线为积聚性的平面和面面之间交线的投影。

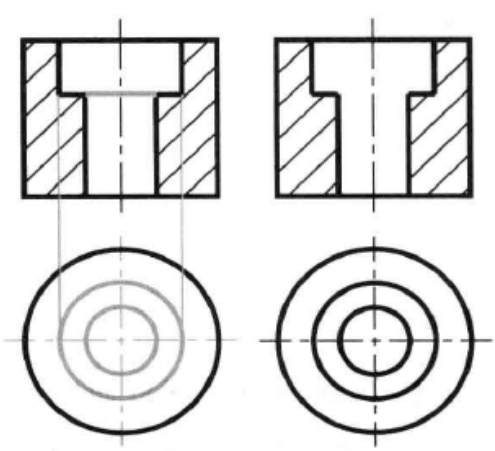


a) 正确　　b) 错误

图 2-20　剖切后不可见变为可见的轮廓线

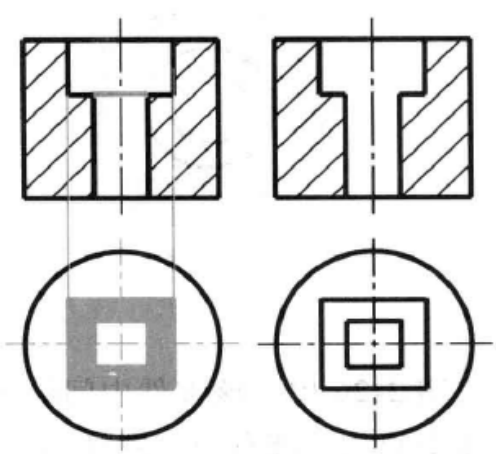
如图 2-21 所示圆形阶梯孔，上部有一个直径较大的圆孔，该圆孔的底部又挖了一个小圆孔，大圆孔和小圆孔之间存在一个水平面，俯视图中的红色区域即为该平面。该平面在主视图中具有积聚性，剖切后该平面的前半部分不存在了，但后面一半还存在，因此图 2-21a 中的主视图是正确的。图 2-21b 为错误画法。

如图 2-22 所示方形阶梯孔，上部大方孔和下部小方孔之间存在一个水平面，该平面形状为俯视图中红色区域，该平面在主视图中具有积聚性，图 2-22a 中的主视图是正确的，图 2-22b 是错误的。



a) 正确　　b) 错误

图 2-21　容易漏画的线一



a) 正确　　b) 错误

图 2-22　容易漏画的线二

与以上两个例子相类似，图 2-23a 的主视图是正确的。图 2-23b 为错误画法，右侧结构为同轴心线的圆柱孔与圆锥孔相连，两者应该有相贯线存在。

图 2-24 为长度方向尺寸相同，但宽度方向尺寸不同的上下两长孔，上部长方孔和下部长方孔之间存在两个水平面，前后各有一个，该平面形状为俯视图中红色区域。图 2-24a 的主视图是正确的，图 2-24b 是错误的。

图 2-25 中，圆柱体下部有一个环形槽。挖切后，圆柱体的上表面剩余区域如俯视图中红色所示。该平面为水平面，其正投影积聚为一条线。图 2-25a 中的主视图是正确的，图 2-25b 为错误画法，图 2-25c 中的细虚线是多余的。

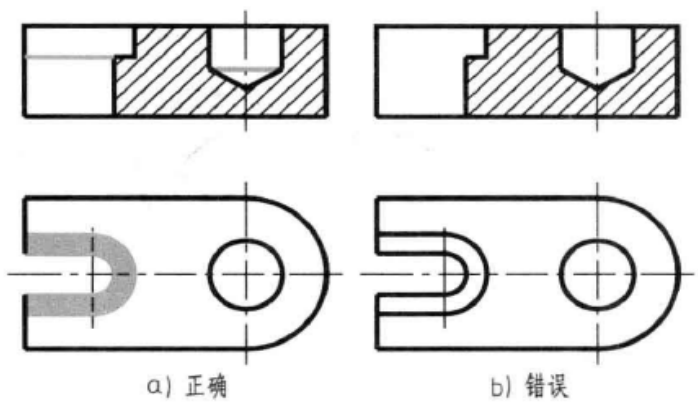


图 2-23 容易漏画的线三

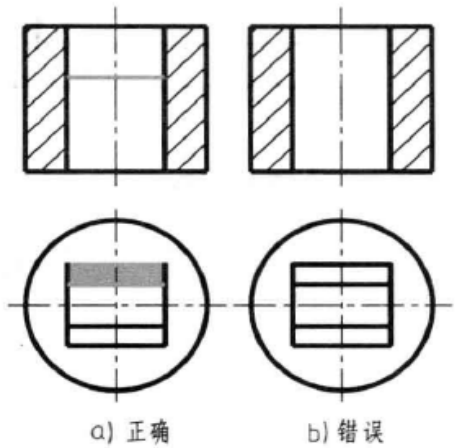


图 2-24 容易漏画的线四

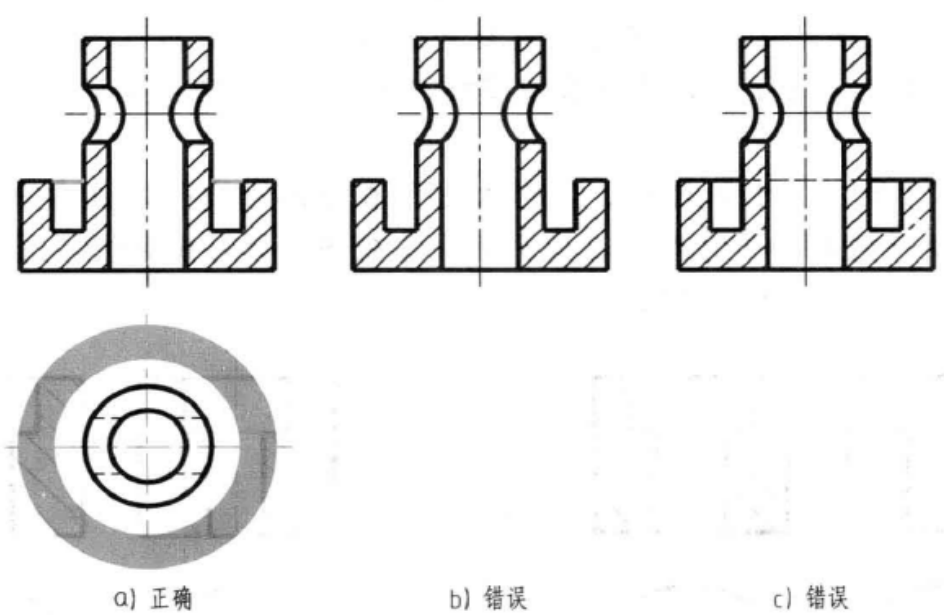


图 2-25 容易漏画的线五

在图 2-26 中，该零件中间结构为圆柱体，圆柱体上有一个上下贯通的圆孔 1；圆柱体中间的前部有一个圆柱体凸台，该凸台上又有一个与轴心线正垂的孔 2，剖切平面通过孔 2 的轴心线。剖切后，虽然孔 1 的上部分“拿掉”了，但在剖切平面下方还完整存在，因此俯视图正确画法是图 2-26a。图 2-26b、图 2-26c 为错误画法。

（3）容易多画的线

1）表达清楚的结构，其细虚线应省略（见图 2-28），但如果该结构为圆孔，由于其中心线是确定该结构位置的图线，则不能省略。图 2-26 中上下板上各有 4 个孔，主视图左上方用局部剖表达了该结构，因此其他处该孔的细虚线可以省略，如图 2-26a 所示的主视图为正确画法。图 2-26b 中的小孔的中心线也省略了，是错误的。

2）如图 2-26c 所示的俯视图上，圆柱体 1 与圆柱体 2 被剖切后，在剖切的断

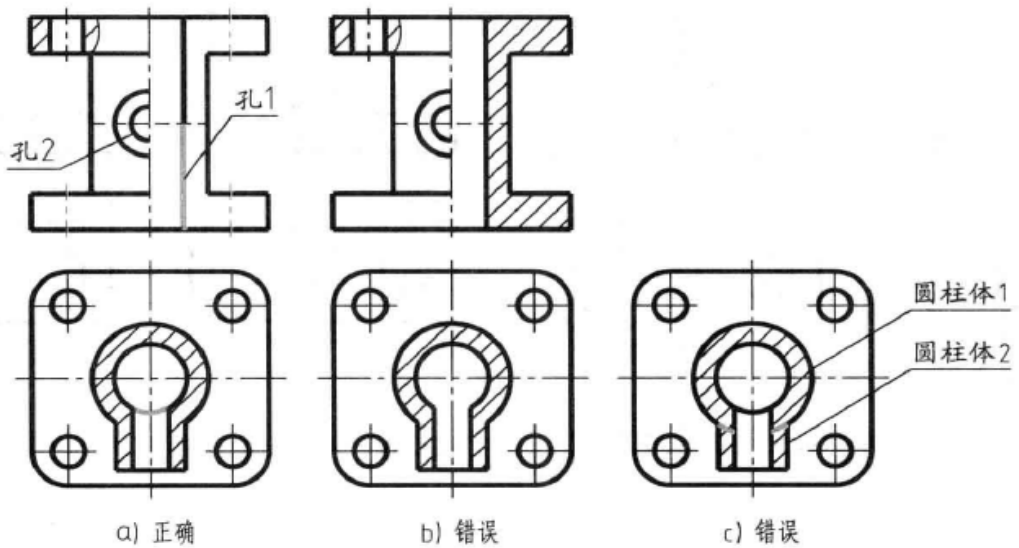


图 2-26　容易漏画、多画的线

面区域里两者之间没有轮廓线，因而两者本身为一个平面。

如图 2-27 所示，上部长方孔和下部长方孔之间存在两个水平面，左右各有一个，该平面的形状为俯视图中红色区域。长对正向上，图 2-27a 主视图是正确的，图 2-27b 图是错误的。

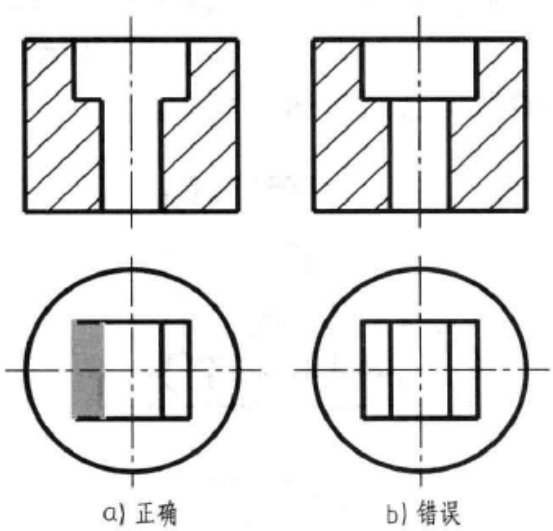


图 2-27　容易多画的线

（4）不可见轮廓线的处理

1）已经表达清楚的不可见结构，其细虚线省略不画。如图 2-28a 所示，底板的厚度在主视图上已经表达清楚，因此，被遮挡的底板轮廓线可省略细虚线。图 2-28b 是错误的。

2）视图中未表达清楚的结构，其细虚线不能省略。如图 2-29 所示，底板是中间凸起、前后侧的平面相对下凹的结构。在主视图中，剖切后中间凸起的平面可见，为粗实线；而前后下凹的水平面不可见，图 2-29b 省略了细虚线，前后下凹的水平面高度位置就无法表达清楚，故这里不能省略。图 2-29a 是正确的。

二、半剖视图

1. 半剖视图剖切平面位置的标注

对于半剖视图而言，其剖切平面位置的标注和全剖标注一样。如图 2-30 所示是半剖视图，图 2-30a 所示的标注是正确的，图 2-30b 和图 2-30c 所示标注是错误的。

2. 半剖视图上剖视图与视图之间的分界线

半剖视图上，半边是剖视图，另半边是视图，剖视图与视图之间的分界线是细

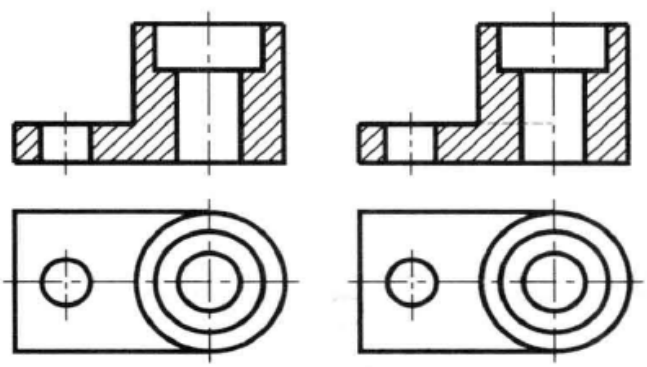


图 2-28 表达清楚的不可见轮廓线的处理

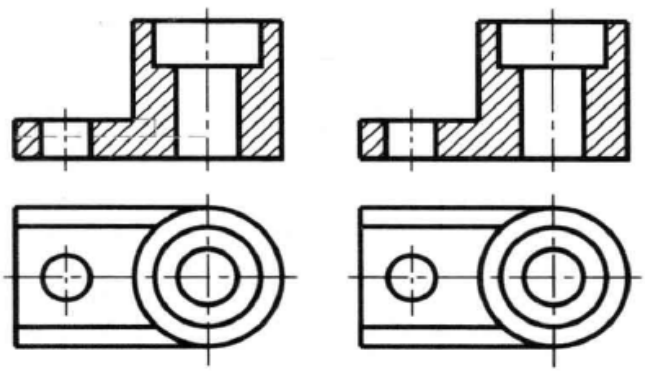


图 2-29 未表达清楚的不可见轮廓线的处理

点画线，如图 2-31a 所示。图 2-31b 半剖视图上，剖视图与视图的分界线是粗实线，是不正确的画法。

3. 必须省略的细虚线

对称并且已经在剖视图上表达清楚的结构，其细虚线要省略，如图 2-31a 所示。图 2-31b 中，左边视图中的细虚线不应该画出来，因为在右半边的剖视图上，孔的结构已经表达清楚了。

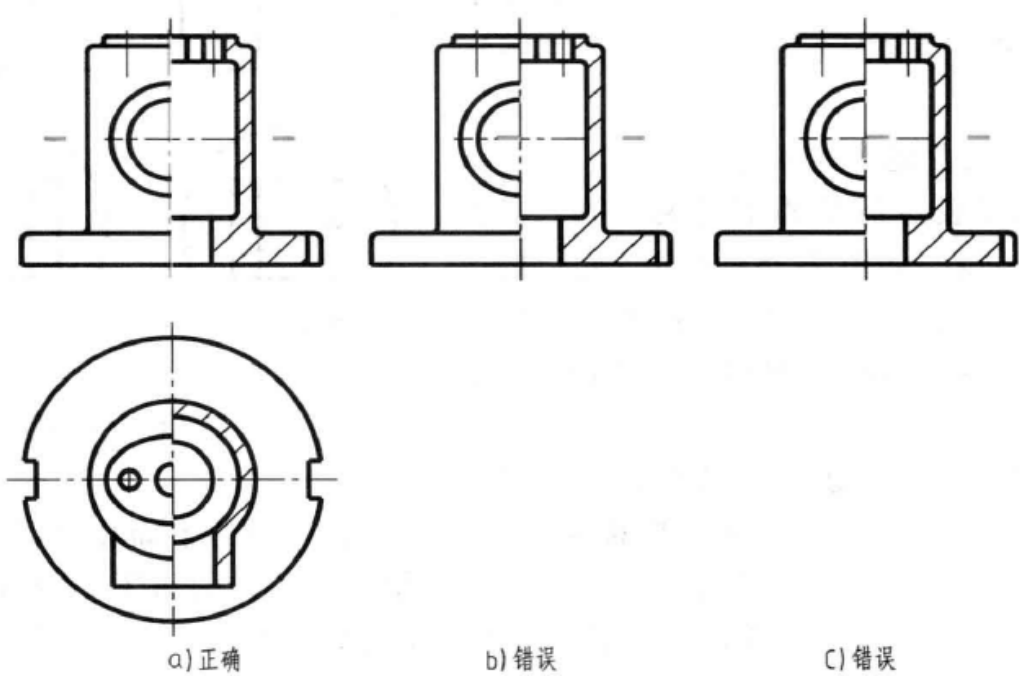


图 2-30 半剖视图剖切平面的标注

4. 注意结构的完整性

在半剖视图上，应尽可能使被剖结构完整。如图 2-32a 所示，圆孔从左到右被完整地剖切出来了，而图 2-32b 上，该圆孔只有左边被剖切，表达效果不如图 2-32a。

5. 不适合作半剖视的情况

半剖视图适用于具有对称性的图形，但并不是所有具有对称性的图形都适合作半剖视。下列例子中，在对称线处，都有轮廓线与对称线重合的情况。

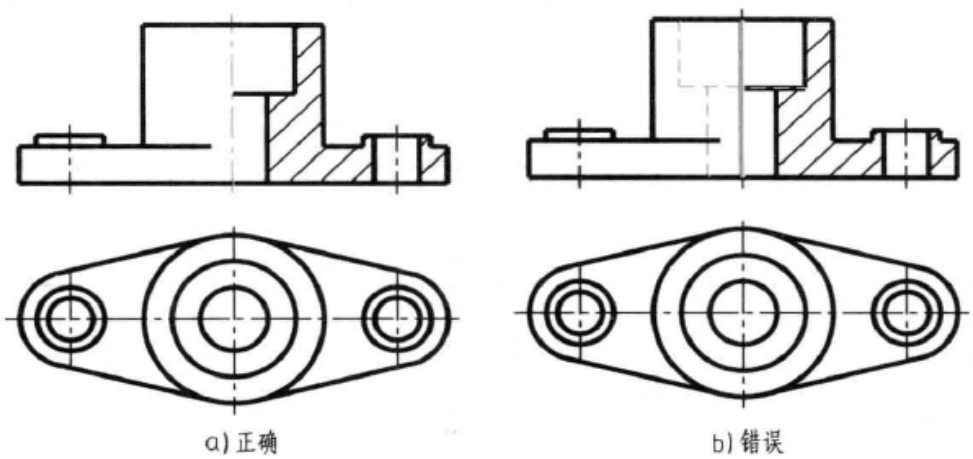


图 2-31　半剖视图上剖视图与视图之间的分界线

如图 2-33 所示，内孔为方孔，其中一条轮廓线在主视图上正好与左右对称线重合。如果将主视图画成半剖视，那么该轮廓线究竟是可见还是不可见呢？如果认为该轮廓线可见，则如图 2-33b 所示，半剖视图的分界线为粗实线，如果认为该轮廓线不可见，则此处分界线为细虚线，显然都不符合半剖视图的画法规则。如果按半剖视图规则画图，则如图 2-33c 所示，此时内方孔的轮廓线没有被表达到，因此这种结构不适合用半剖方式来表达，改用局部剖方式来表达该物体更为恰当，如图 2-33a 所示。

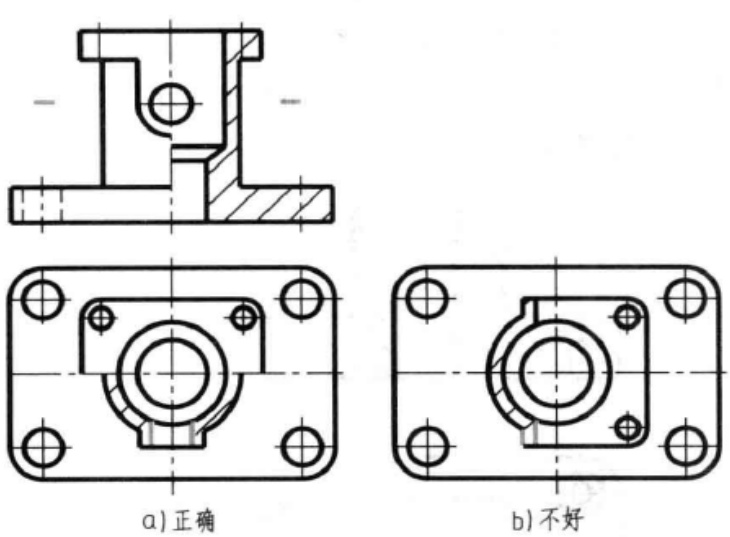


图 2-32　注意结构的完整性

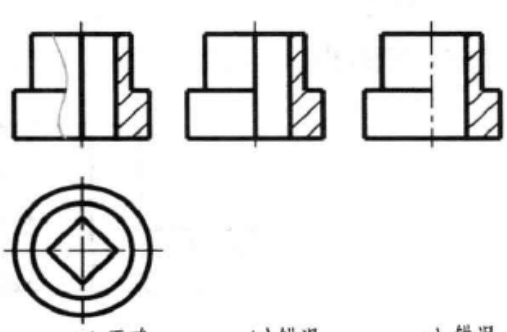


图 2-33　不适合作半剖视的情况

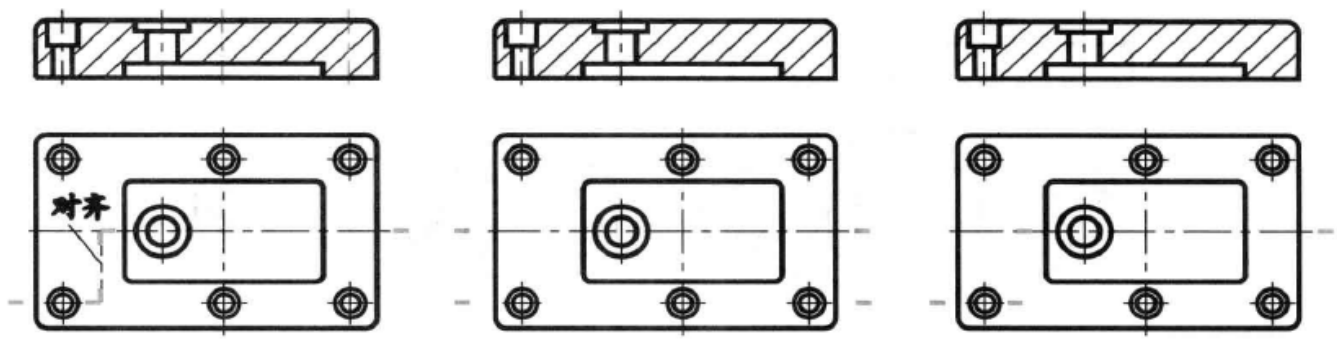
三、平行平面剖切的剖视图

1. 剖切符号画法

画剖切符号时要表达出剖切平面为互相平行的平面这个特点。图 2-34a 所示为两个平行的平面剖切零件，剖切平面及剖切平面转折处要画短粗实线，并且转折处短粗实线应对齐，它表示了剖切平面转折的位置。

图 2-34b 中虽分别标注了各个剖切平面的剖切位置，但转折处没有标出，是错

误的。图 2-34c 中，两个剖切平面转折处没有用短粗实线对齐标注，标注不完整，也不对。



a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

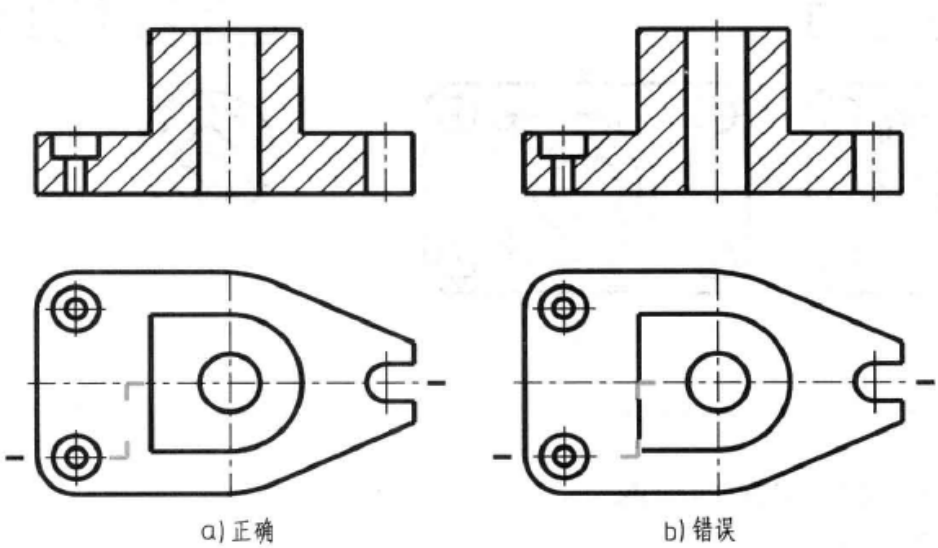
图 2-34　阶梯剖剖切符号标注一

除了上述所讲之外，标注阶梯剖剖切符号还要注意，不要与物体轮廓线重合。

剖切平面的转折处不应与图中的轮廓线重合，标注在剖切平面转折处的粗短实线不应与图中的粗实线相交，如图 2-35a 所示。图 2-35b 是常见的错误画法。

2. 平行平面剖切应注意选择合适的剖切位置

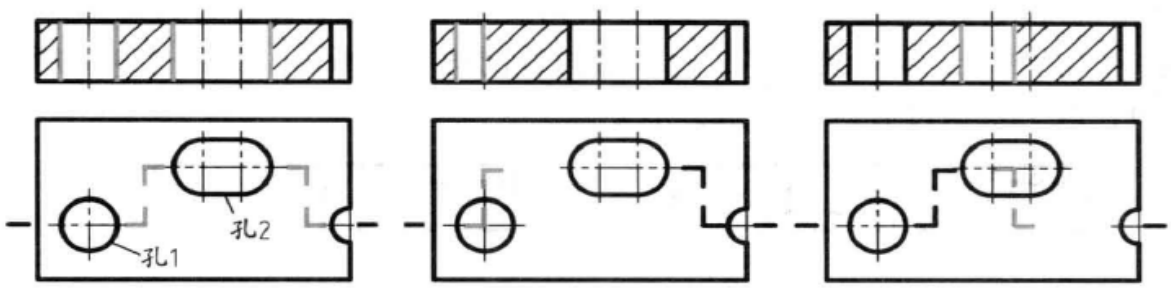
(1) 注意内部结构的完整性　如图 2-36a 所示，经过平行平面剖切后，孔 1 和孔 2 被完整剖出，因而在剖视图上也能完整地画出。而在图 2-36b 中，孔 1 只被剖出了左半边，在剖视图上也相应地只画出了其左边，右边没有画出；在图 2-36c 中，孔 2 只被剖出了一部分，在剖视图上也相应地只画出了孔 2 的一部分，另一部分没有画出。后两种画法与图 2-36a 相比，显然是错误的。



a) 正确　　b) 错误

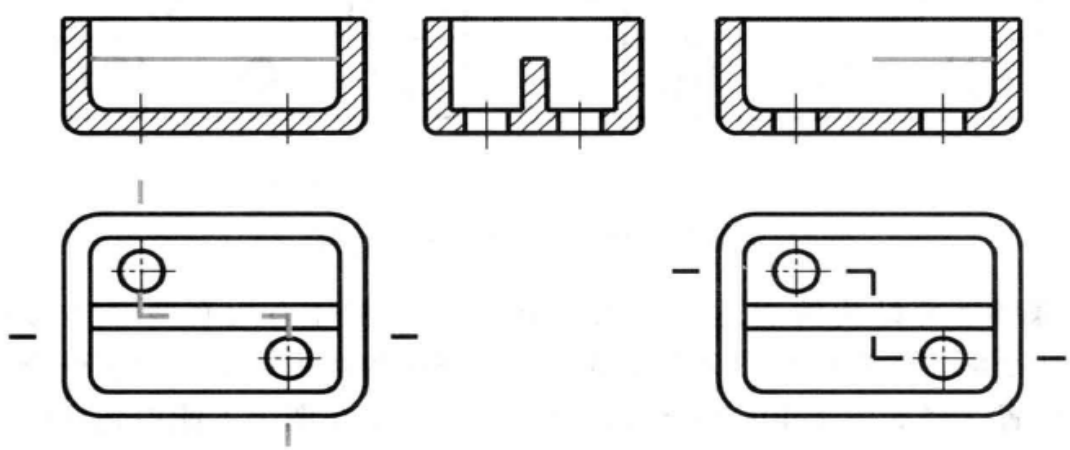
图 2-35　阶梯剖剖切符号标注二

图 2-37 与图 2-36 类似，主视图如图 2-37a 所示作全剖视图，则主视图上可把中间的肋板完整地画出；如果如图 2-37b 所示那样作平行平面剖切的全剖主视图，则主视图上肋板不能完整地画出，不对。



a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

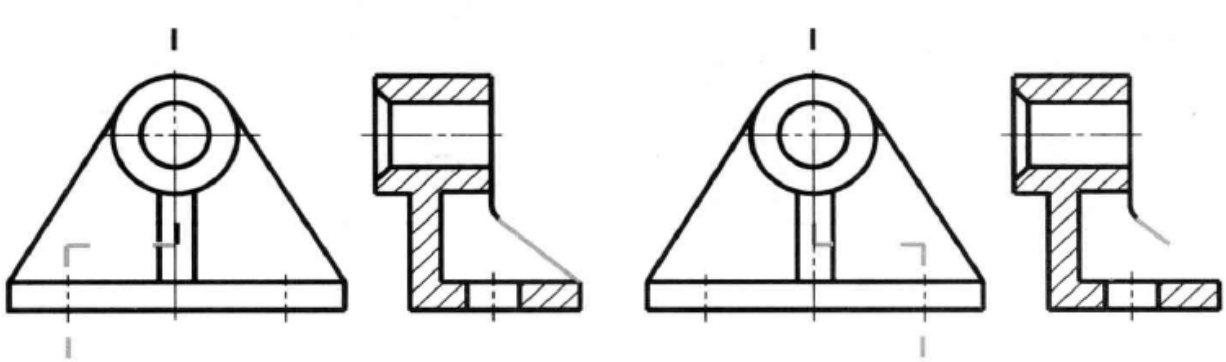
图 2-36　内部结构的完整性一



a) 正确　　b) 错误

图 2-37　内部结构的完整性二

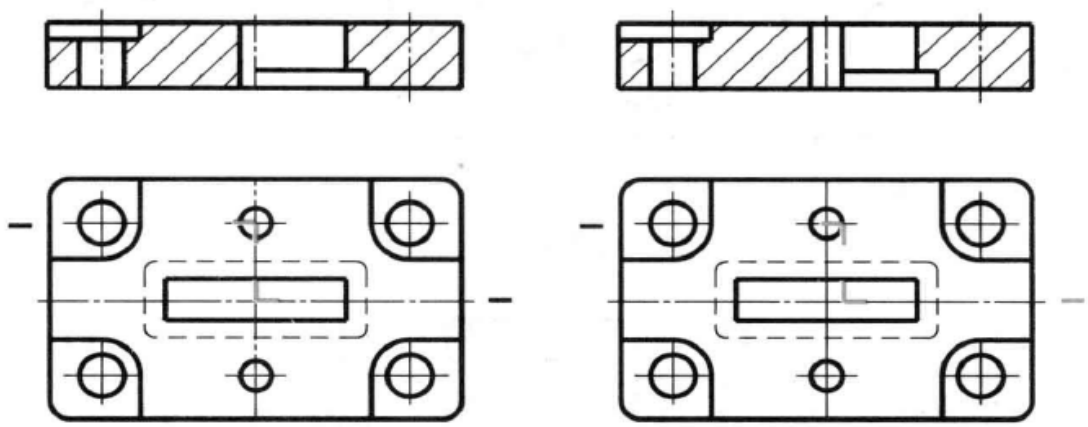
（2）注意外部结构的完整性　如图 2-38a 所示的轴承座，为了在一个剖视图上既表达轴承孔又表达底板上的孔，采用平行平面剖切的方式：上方的剖切平面通过轴承孔的中心线，下方的剖切平面须通过底板上小孔的中心。如果剖切平面位置选择如图 2-38a 所示，则物体中间的肋板能完整地在剖视图上得到反映；如果剖切平面位置选择如图 2-38b 所示，遵循剖视图“假想把观察者与剖切平面之间的物体拿掉，然后投射”的原则，则肋板下部分被拿掉了，无法在阶梯剖视图上完整体现，因此图 2-38b 是错误的。



a) 正确　　b) 错误

图 2-38　外部结构的完整性

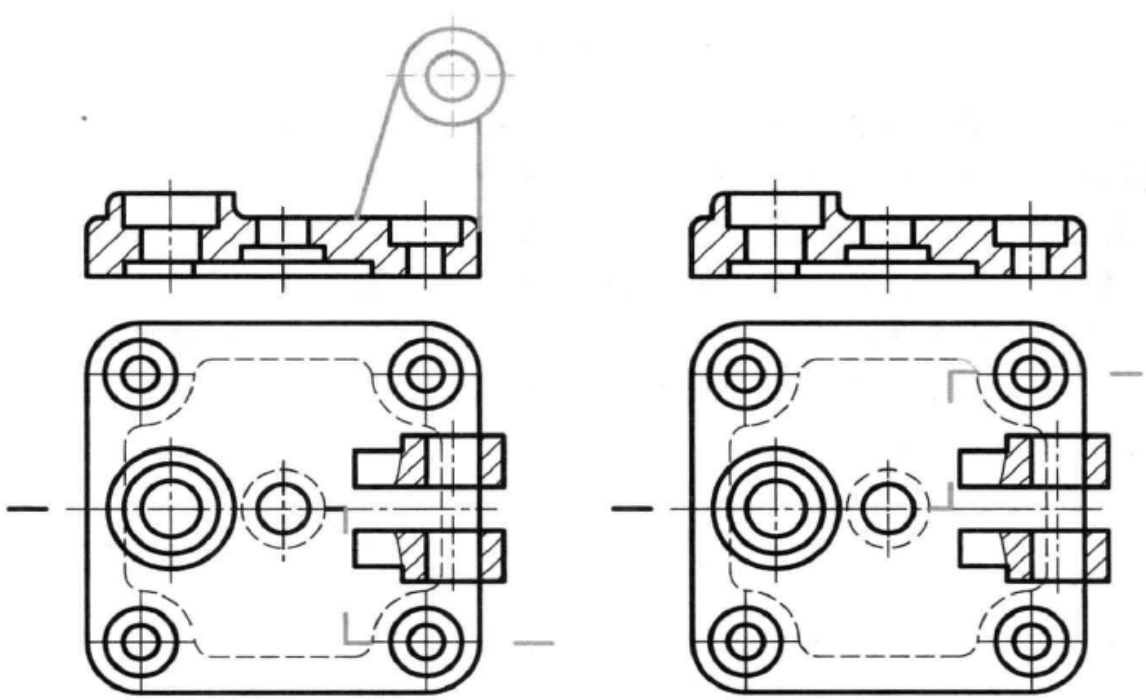
（3）允许结构不完整的特例　两个结构要素在图形上具有公共对称轴线或中心线时，可以中心线或轴线为界，每个结构各剖切一半画出，如图2-39a所示。图2-39b中，两个结构没有对称剖出，不妥。



a）正确　　b）错误

图2-39　允许结构不完整的特例

（4）兼顾外部结构的表达　如图2-40所示，物体右边有两个向上突起的结构，当剖切平面位置选择如图2-40a所示时，该结构在主视图上能够得到反映；当剖切平面位置选择如图2-40b所示时，则该结构在主视图上不能得到反映，显然不如图2-40a好。

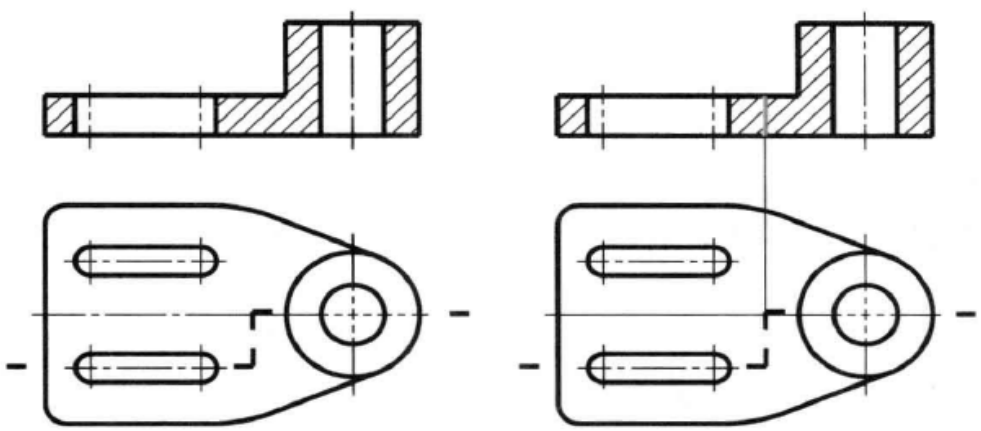


a）正确　　b）错误

图2-40　兼顾外部结构

3. 平行平面剖切的视图上，剖切平面间没有分界线

图2-41a是正确的，图2-41b是错误的。



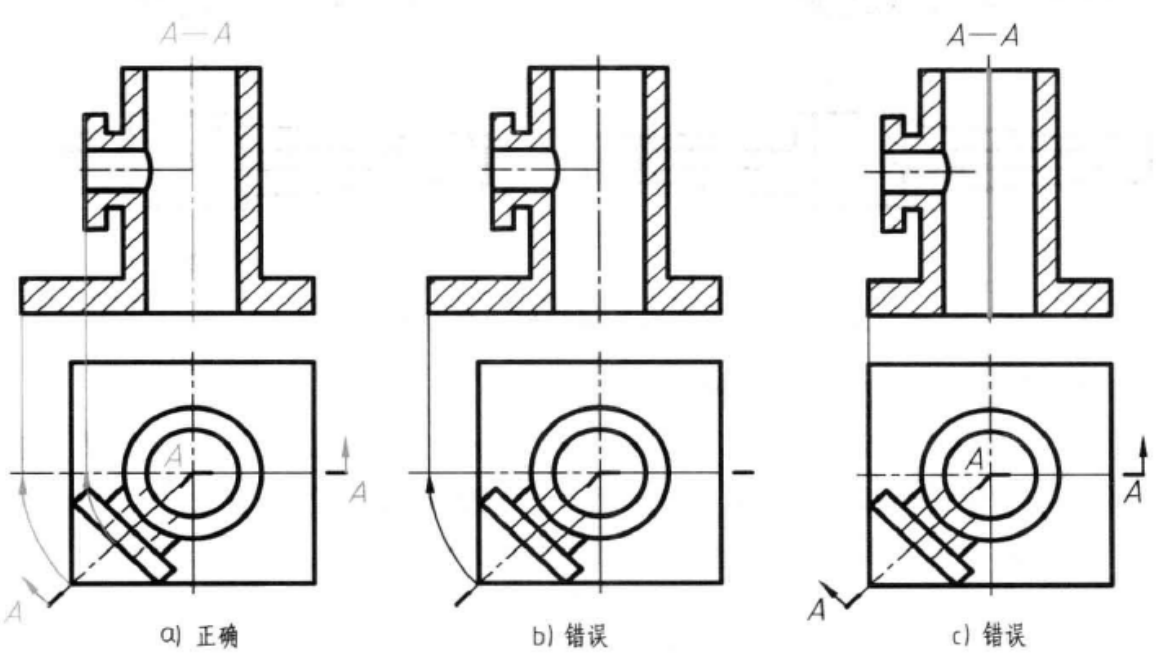
a) 正确　　b) 错误

图 2-41　剖切平面间没有分界线

四、相交平面剖切的剖视图

1. 剖切符号的标注

依照国家标准，采用相交平面剖切时，必须标出剖视图名称，标全剖切符号，在剖切面的起讫和转折处用相同的字母标出。但当转折处位置有限，又不引起误解时，允许该处省略字母。图 2-42a 是正确的标注法。图 2-42b 中虽然标注了剖切符号，但没有标注视图名称以及剖切面起讫和转折处的字母，是错误的；另外旋转剖视图一般不能省略投射方向，图 2-42b 中没有标注投射方向也不对。



a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 2-42　旋转剖的标注和画法

2. 相交平面剖切的剖视图画法

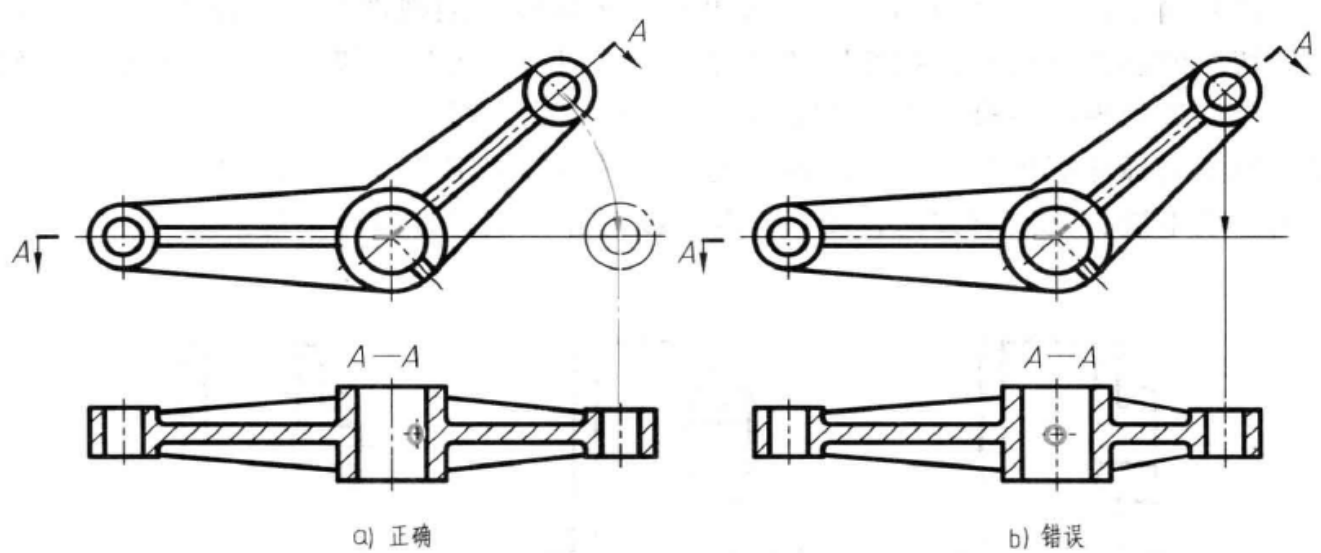
（1）在旋转剖视图上，两个剖切平面的分界　相交平面剖切得到的剖视图上，两个剖切面间的分界线是细点画线，不可画成粗实线。图 2-42a 是正确的，而图 2-42c中画粗实线是错误的。

（2）被剖到的结构的画法　被剖到的结构在投射前，先假想将其旋转，使之与投影面平行，然后投射绘制。

如图2-42a所示，按“先旋转，后投射”的原则，先假想按图示箭头的方向旋转，使剖切平面以及被剖切到的底板、左前方的凸台轴心线与正投影面平行，然后投射得到剖视图。图2-42c的错误在于底板的正投影没有按“旋转后”的位置来绘制。

类似的如图2-43所示零件，其右半边结构应该“先旋转，后投射”，因此图2-43b是错误的，图2-43a是正确的。

（3）剖切平面外的结构的画法　注意：旋转剖视图“先旋转，后投射”的原则仅仅适用于被剖切平面剖到的结构，而剖切平面外的结构不旋转。如图2-43所示，零件中间的孔内右下方有一个更小的孔。由于该小孔不在剖切平面上，因此该孔不应旋转，其位置和形状仍然按真实的投影关系绘制。因而图2-43a是正确的，图2-43b是错误的。



a）正确　　b）错误

图2-43　在或不在剖切面上各结构的画法

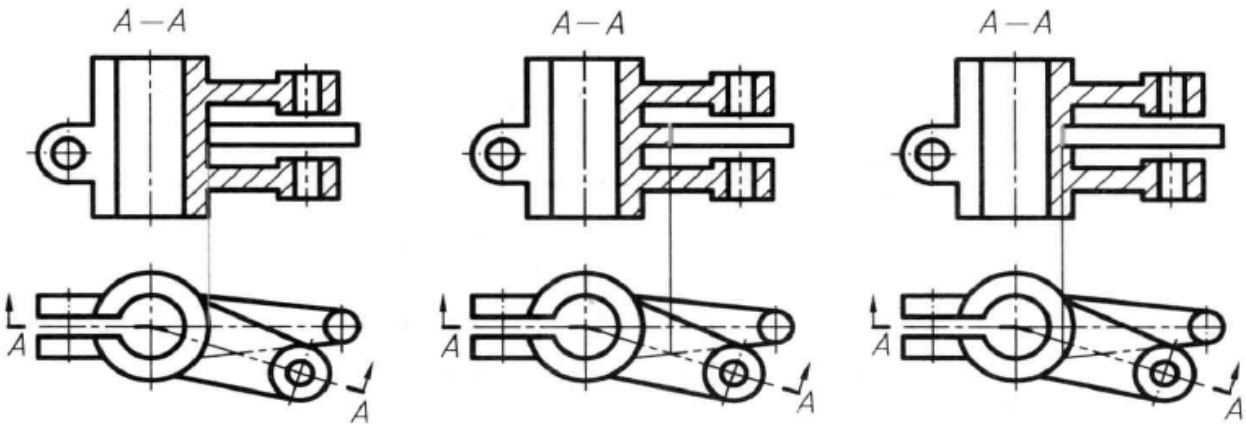
3. 剖切后产生不完整要素的处理

选择剖切平面位置时，应该尽量避免产生不完整的几何要素，如果不能避免，则将此部分按不剖来绘制。如图2-44b所示，把剖切平面与零件的“截交线”画了出来，这是错误的。因为剖切平面与剖切都是假想的，因此该“截交线”不画。把中间的板按不剖来处理，那么根据零件真实的情况，剖视图应该如图2-44c所示，但这样也不对。正确画法如图2-44a所示，把中间圆柱体的最右轮廓线完整画出，而不是画肋板与圆柱体的交线，这点与简化画法中肋板视为不剖来处理相似。

五、斜剖视图

1. 斜剖视图的标注

斜剖视图虽然是斜的，但代表图名的字母在标注时依然字头朝上，如图2-45a所示；图2-45b中上方斜剖视图字母的标注是错误的。

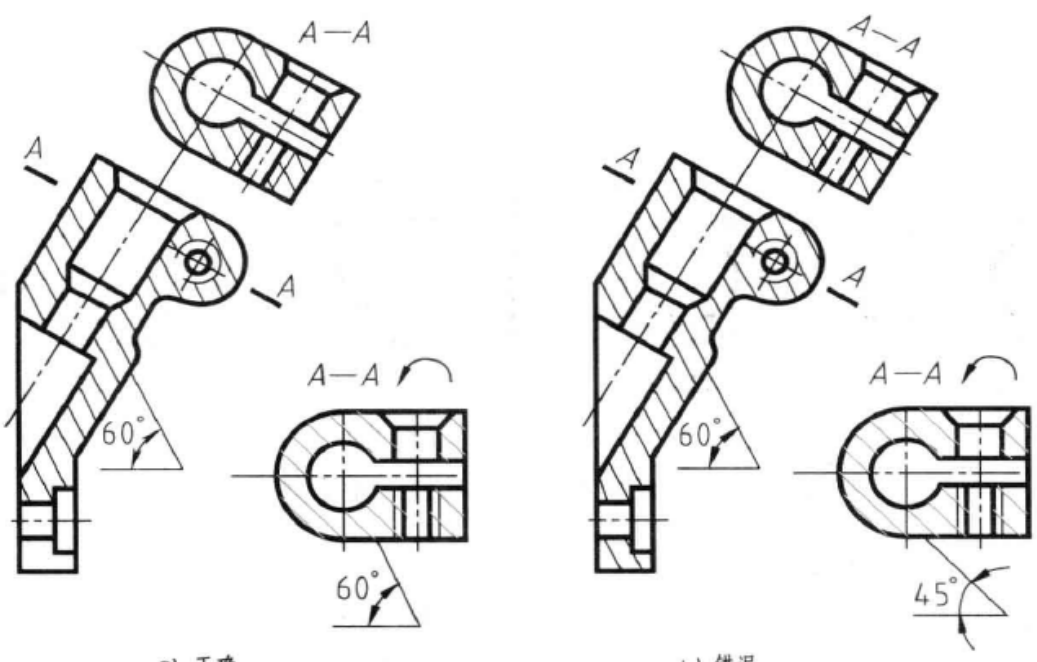


a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 2-44　不完整要素的处理

2. 剖面线的画法

斜视图允许旋转，但旋转后，剖面线的方向依然与原来视图中的方向一致。如图 2-45a 右下方旋转放正后的斜视图，其剖面线的方向与水平线的夹角为 60°，这和主视图中剖面线的方向一致。而图 2-45b 中，右下方旋转放正后的斜视图，其剖面线的方向与水平线夹角为 45°，这与主视图中剖面线的方向不一致，是错误的。



a) 正确　　b) 错误

图 2-45　斜剖视图

六、局部剖视图

1. 波浪线画法

（1）波浪线应画在实体“破裂”处　局部剖视图是将需要剖切的局部结构作剖切，然后投射得到的视图。剖切面与视图的分界线是波浪线。与局部视图里所定义的一样，波浪线是假想的物体实体的破裂线。因此只有实体“破裂”处，才会

有波浪线。

如图2-46所示，分别用正平面和水平面对物体作局部剖视图。对比可知：正确画法如图2-46a。图2-46b主视图中局部剖视的错误是小孔内和物体轮廓外均无物体实体“破裂”，不应画出波浪线。图2-46b俯视图中局部剖的错误在于波浪线不应该断开，因为物体顶部没有通孔，整个上板是完整的，会有实体“破裂”。图2-46c的错误在于不该画细虚线，因为壁厚已经表达清楚了。

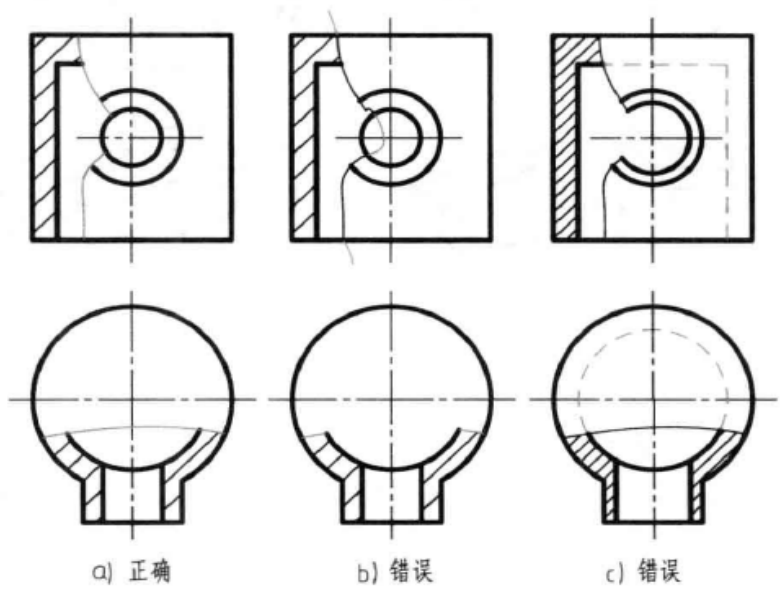


图2-46 波浪线画法

（2）波浪线不可与物体轮廓线或中心线重合 波浪线不应与中心线重合或借用部分中心线。图2-47a所示是正确画法，图2-47b中波浪线的左边部分借用了中心线，是错误的。此外波浪线还不能和物体轮廓线重合，图2-47c中，局部剖视图与视图的分界线为物体上的一段轮廓线，是错误的。

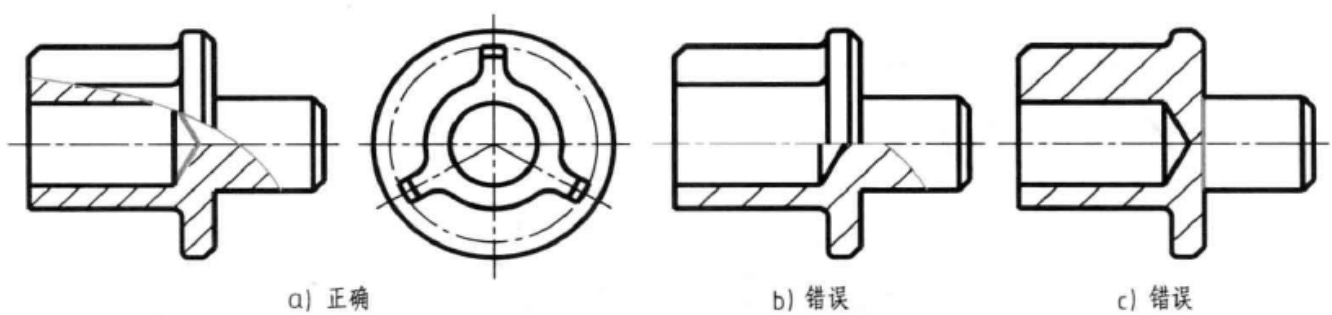


图2-47 波浪线不应与轮廓线、中心线重合

2. 局部剖不应太零碎

如图2-48所示，物体右侧壁上有孔1，后壁上有向内的凸台，凸台上有孔2，为了清楚地表达这些结构，俯视图上对这两个结构作了局部剖。仔细观察我们可以知道，孔1的轴心线和孔2中心线是垂直相交的，并且在同一个水平面上，因此我们完全可以用一个水平面同时剖切这两个孔，即用一个局部剖视图表达两个孔，如图2-48a所示。图2-48b中分别用两个局部剖视图表达这两个孔，视图比较零碎，不如图2-48a好。

3. 恰当的剖切范围

在确定剖切范围的时候应兼顾物体的内外部结构，尽可能多地表达物体的几何

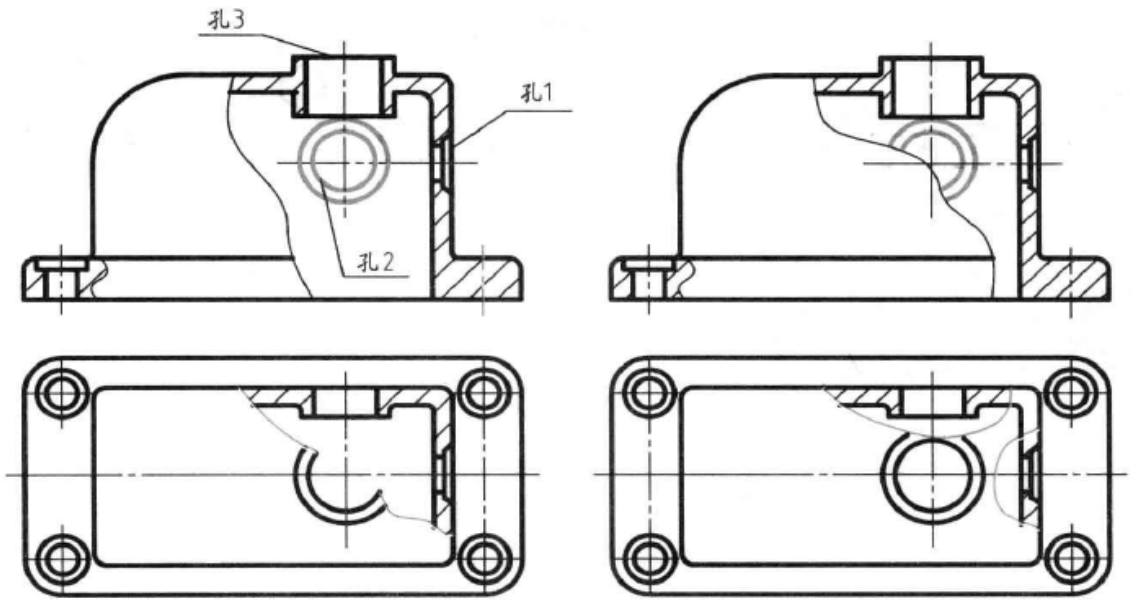


图 2-48　局部剖不应太零碎

信息。

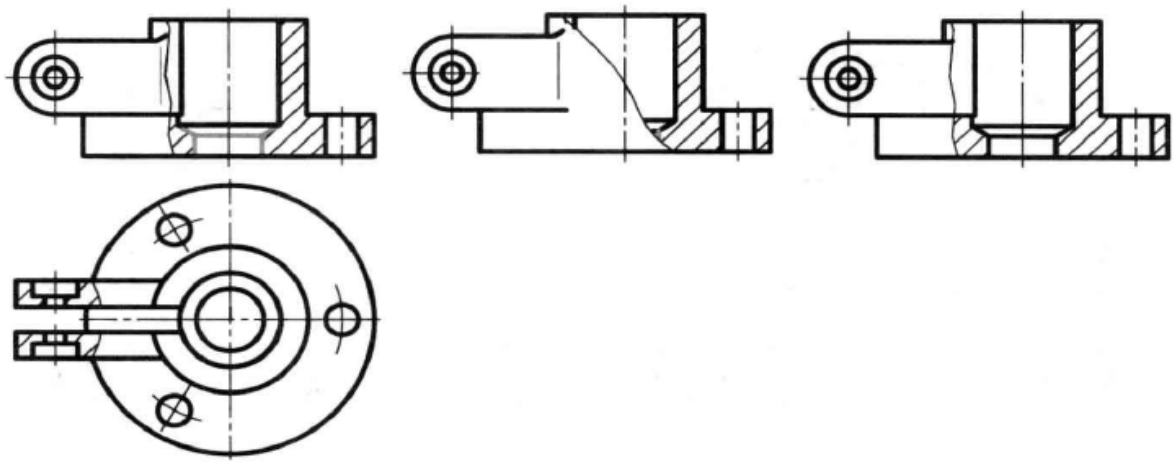
如图 2-48b 主视图所示，局部剖表达了物体顶部的凸台结构及孔 3、右侧壁上的孔 1、部分后壁上向内的凸台。而在图 2-48a 主视图上，剖切范围适当增大，剖切后，后壁上的凸台及孔 2 可以完整看到。显然，图 2-48a 中主视图上的局部剖比 2-48b 表达效果更好。

图 2-49 所示的物体，主体中间的孔是通孔，左边有两个耳板。在图 2-49b 主视图中，局部剖未能表达出主体中间的孔是通孔；图 2-49c 所示的局部剖中，虽然把中间的通孔表达出来了，可是耳板与圆柱面的过渡线却被剖切掉了，不妥；合适的剖切范围如图 2-49a 所示，既把中间的内部结构表达清楚了，又保留了外部的轮廓线。

图 2-50 主视图中局部剖与此相似，图 2-50a 局部剖后仍然保留了物体的外部轮廓线，而图 2-50b 中间的轮廓线全被剖切了，整体表达效果不如图 2-50a 好。

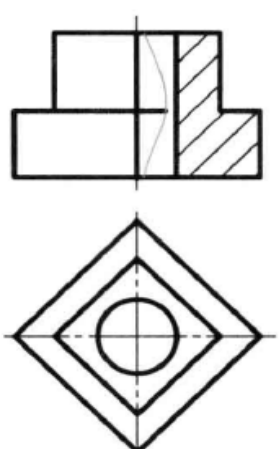
4. 局部剖替代半剖的情况

如图 2-51 所示，物体上内孔为方孔，主视图上方孔的一条轮廓线正好与左右对称线重合。如果作半剖视，那么方孔中间位置的轮廓线究竟属于物体的左边还是右边呢？我们无法定论。如果按半剖视图的画法，将视图与剖视图的分界线画成细点画线，则该轮廓线没有表达出来。如果像图 2-51a 那样，用局部剖视图来剖切，则内方孔中间的轮廓线能够得以表达。图 2-51b 的错误在于由于内方孔的轮廓线和细点画线重合，因此半剖视图上没能表达出该轮廓线。图 2-51c 的错误在于剖切范围过大，虽然内方孔中间的轮廓线完整表达出来了，但外部的轮廓线却完全被剖掉，没能表达出来。



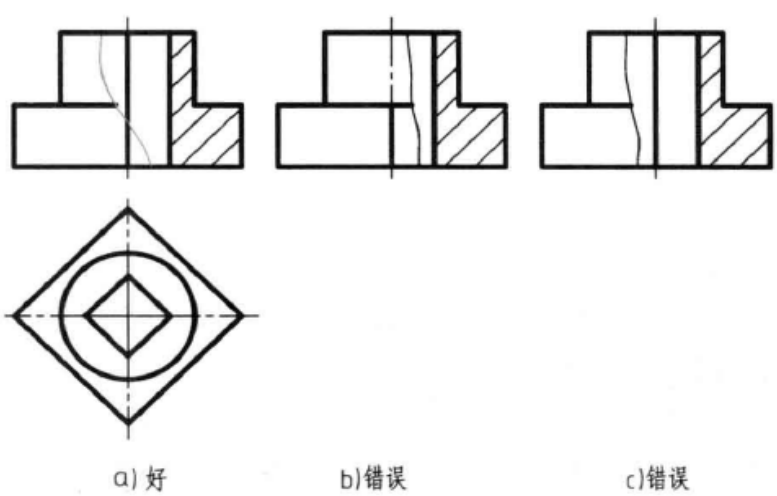
a)正确　　b)错误　　c)错误

图 2-49　恰当的剖切范围一



a)好　　b)不好

图 2-50　恰当的剖切范围二



a)好　　b)错误　　c)错误

图 2-51　恰当的剖切范围三

第三节　断　面　图

假想用剖切面将机件的某处切断，仅画出该剖切面与机件接触部分的图形，称为断面图，简称断面。断面图分为移出断面和重合断面两种。

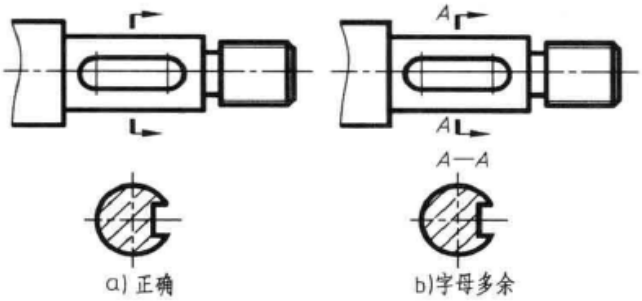
一、移出断面图

1. 断面图的标注

一般情况下，断面图的标注和剖视图的标注基本相同，即在移出断面图上方标出图名，在相应视图上用剖切符号表示剖切位置和投射方向，并标出相同字母。但标注中是否省略剖切符号、箭头以及字母，与剖视图有区别，这是本节要着重讲述的。

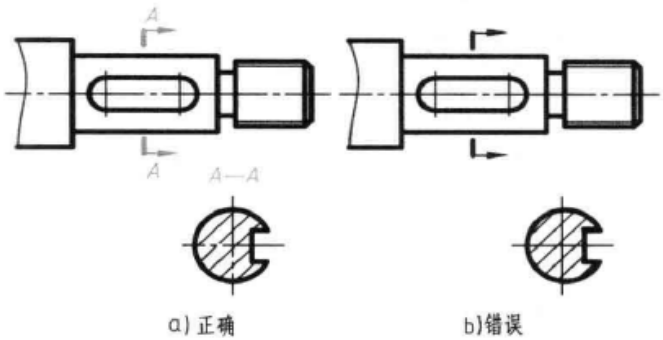
（1）省略字母　标注中的字母是否省略与断面图在图面上配置的位置有关。当移出断面图配置在剖切线的延长线上时，可省略字母，否则不能省略。如图 2-52a

所示，可省略字母；图 2-52b 中[illegible]图 2-53 所示的断面图，则不可以省略字母。图 2-53a 是正确的，图 2-53b 省略字母是错误的。



a) 正确　　b)字母多余

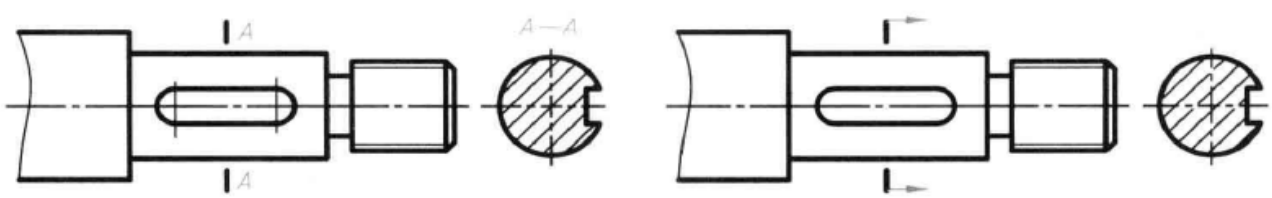
图 2-52　可省略字母的情况



a) 正确　　b)错误

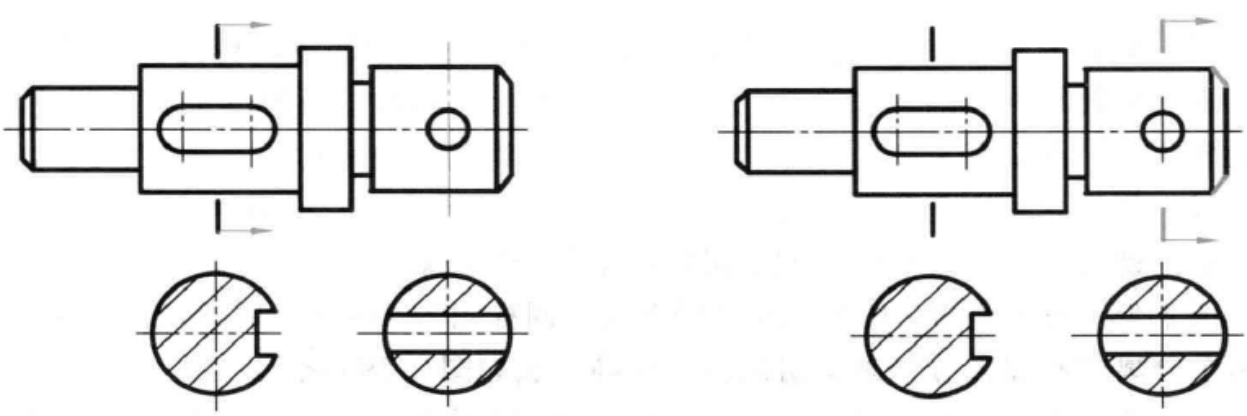
图 2-53　不可省略字母的情况

（2）省略箭头　有两种情况可以省略箭头。第一种情况，如果断面图与原视图按投影关系放置，并且中间没有其他图形隔开时，无论断面图形对称与否，都可省略箭头，如图 2-54a 所示，图 2-54b 中箭头是多余的。第二种情况，当断面图具有对称性时，从两个相反的方向投射所得的断面图形完全一样，这时无论断面图配置在图面的什么位置，都允许省略箭头，如图 2-55a 中右边的断面图。图 2-55b 中右边断面图所标注的箭头是多余的。



a) 正确　　b)错误

图 2-54　可省略箭头一



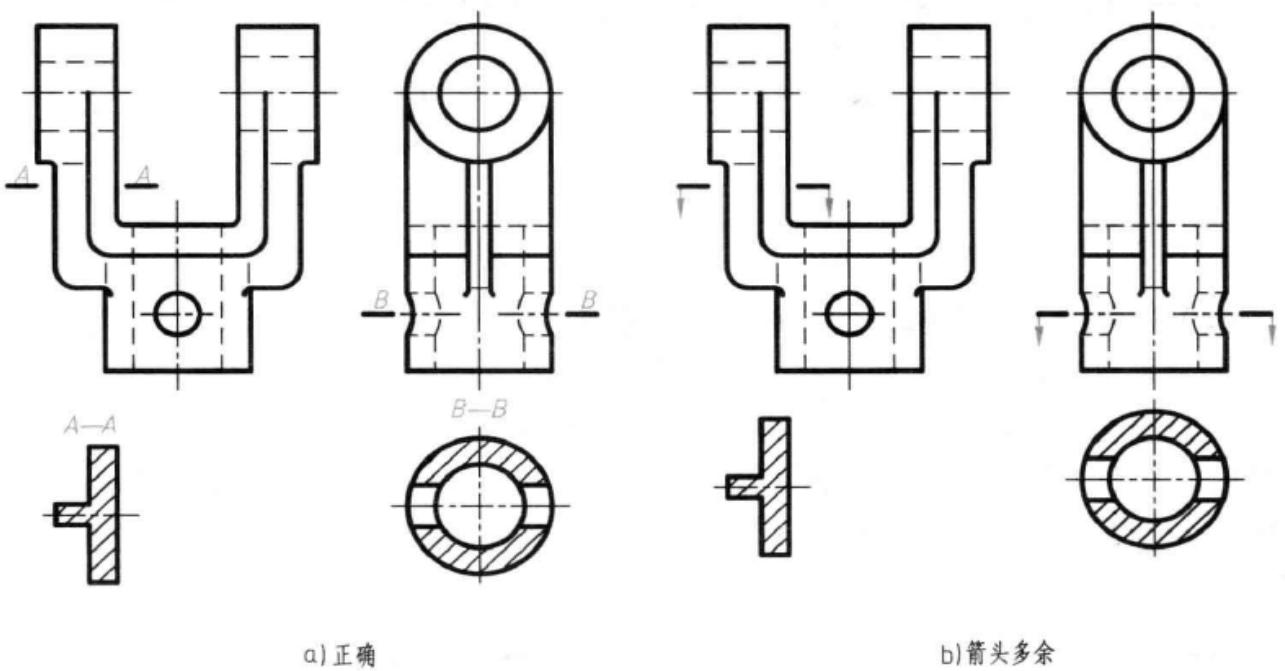
a) 正确　　b)错误

图 2-55　可省略箭头二

如果不符合以上两种情况，则不可省略箭头。如图 2-52a、图 2-53a，断面图没有按投影关系配置，不可以省略箭头。注意这里强调的是断面图与原视图按投影

关系配置，而不是指按断面图的标准位置配置。

又例如图2-56所示，*A*—*A*与*B*—*B*两个断面都没有配置在剖切符号的延长线上，故标注中不能省略字母；又因为该两个断面都各自与原视图按投影关系配置，并且各自与原视图间没有图形隔开，因而可以省略箭头。所以图2-56a是正确的，图2-56b中箭头是多余的。



a)正确　　b)箭头多余

图2-56　可省略箭头三

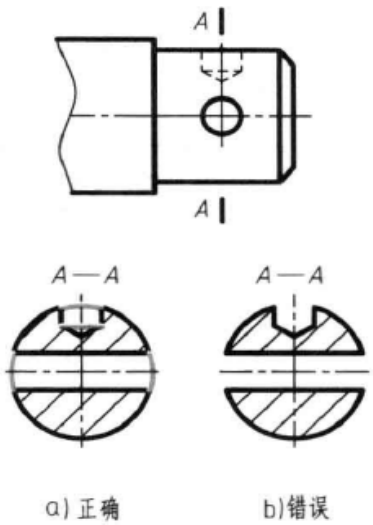
（3）剖切平面标注的简化　当箭头与字母同时都可以省略时，表示剖切平面位置的剖切符号可以简化为细点画线，如图2-55a中右边的断面图；图2-55b右边的断面图标注中，剖切符号也是多余的。

2. 移出断面的常见错误画法

（1）剖切平面通过回转孔、凹坑的轴线　当剖切平面通过回转孔、凹坑的轴线时，这些回转结构按剖视来绘制，如图2-57所示。剖切平面通过了上方圆孔及锥坑的轴心线，图2-57a是正确的，图2-57b是错误的。中间的孔也同样如此。

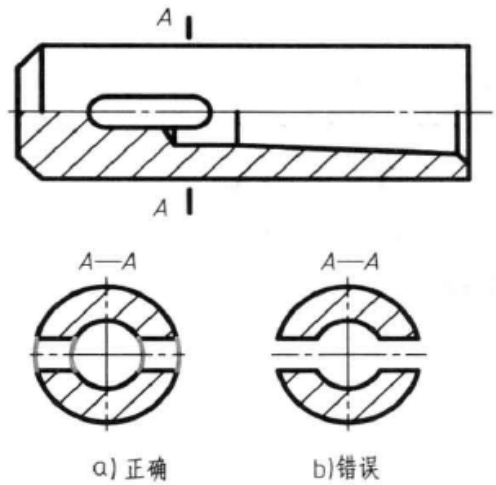
（2）剖切导致完全分离的两个断面　当剖切导致产生完全分离的两个断面时，也应按剖视来绘制，通俗地说就是用物体轮廓线的投影把分离的两个断面联接成整体。图2-58a是正确的，图2-58b是错误的。同样图2-59b中，*A*—*A*断面图被分离成两个分离的断面，分开画是错误的，正确画法如图2-59a所示。

（3）斜剖得到的断面图　斜剖得到的断面图允许旋转后在图面上放正，其标注方法和斜剖视图旋转的标注一样。箭头方向应与图形旋转方向一致，字母应紧邻箭头。图2-59b右上方所画的断面图中，第一个断面图的错误在于字母的位置不对，没有紧邻旋转符号的箭头；第二个断面图的错误在于箭头与断面图的旋转方向是相反的，并且字母的位置也不对。正确画法如图2-59a所示。



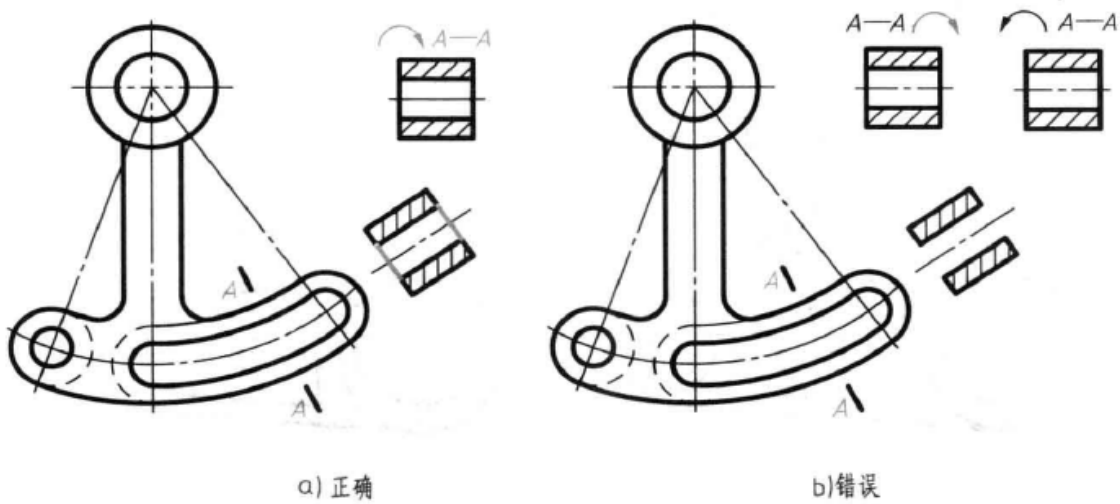
a) 正确　　b)错误

图 2-57　剖切平面通过回转孔、凹坑的轴线



a) 正确　　b)错误

图 2-58　完全分离的两个断面的处理



a) 正确　　b)错误

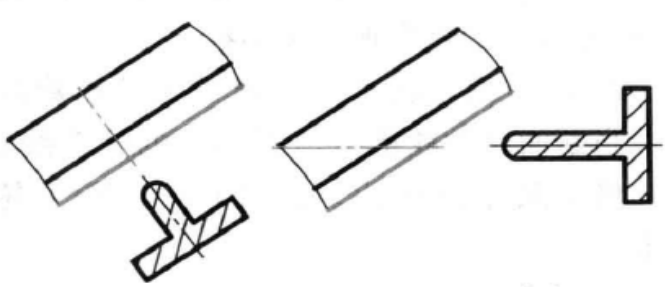
图 2-59　斜剖断面图的标注

（4）剖切平面应与机件主要轮廓线垂直　选择剖切平面时，应使剖切平面与物体主要轮廓线垂直，如图 2-60a 所示。图 2-60b 中剖切平面与物体的外轮廓线不垂直，是错误的。

（5）两个剖切平面得到的断面图　两个剖切平面得到的断面图，应注意三点。

① 画在原视图的同一侧；②两个断面不能连接，中间应断开；③剖切后结构的尺寸应与原视图相对应。

如图 2-61 所示，图 2-61b 中断面图配置在物体的两侧，不对；图2-61c 中，断面图虽然配置在同一侧，但却将两个断面连接成一个整体，也不对；正确画法如图 2-61a 所示。

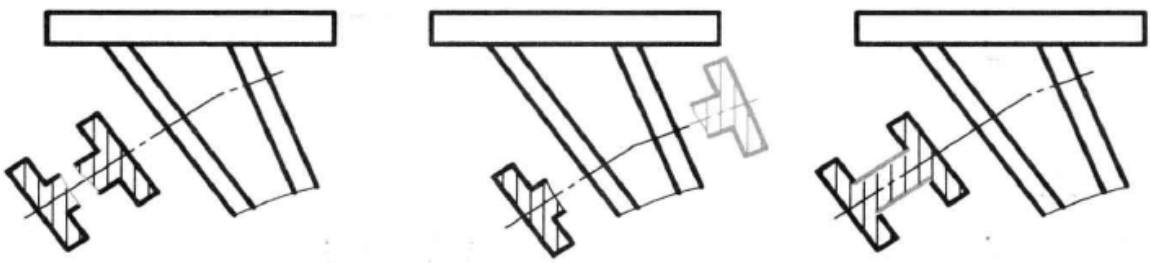


a) 正确　　b)错误

图 2-60　剖切平面应与机件主要轮廓线垂直

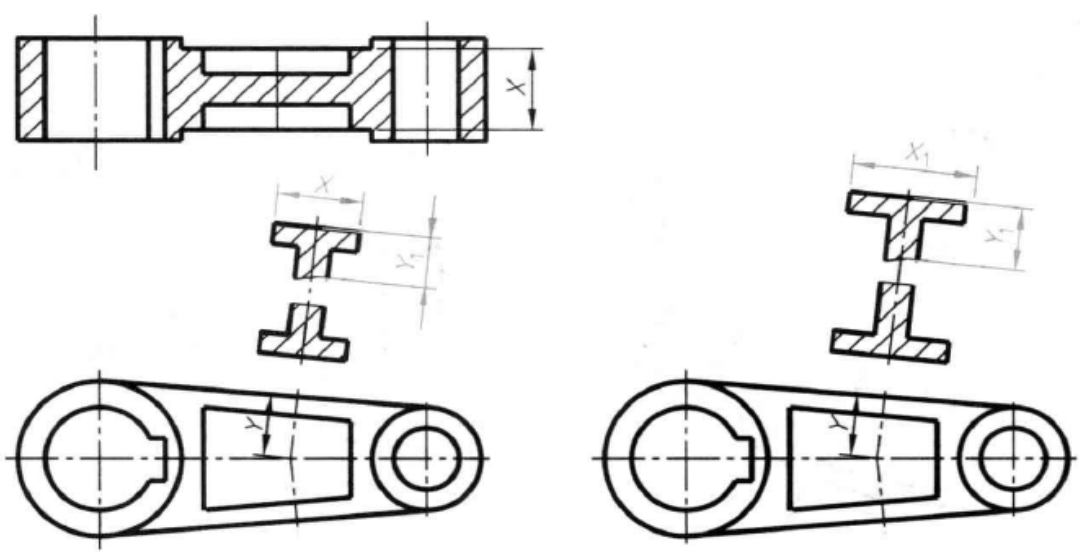
图 2-62b 断面图中的尺寸 X_1 比与

原视图中的 X 大，是不正确的；正确的画法如图 2-62a 所示，两者应该相等。图 2-62b 断面图中 Y_1 比原视图中的 Y 要大，也不正确。局部尺寸不应该等于或大于整体，正确的画法如图 2-62a 所示，Y_1 小于 Y。



a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 2-61　两个剖切平面得到的断面图一



a) 正确　　b) 错误

图 2-62　两个剖切平面得到的断面图二

（6）逐次剖切的多个断面图的配置　为了读图方便，逐次剖切的多个断面图应该顺次摆放，如图 2-63a 比图 2-63b 配置好。

二、重合断面图

1. 重合断面图的轮廓线为细实线

图 2-64b 将重合断面图的轮廓线画成粗实线，是不正确的；正确画法如图 2-64a所示，轮廓线画为细实线。

2. 断面图的轮廓线与视图上的轮廓线重合

当断面图的轮廓线与视图上的轮廓线重合时，原来视图上的轮廓线不允许中断，仍要照原样画出。图 2-64c 中断了轮廓线是错误的，正确画法如图 2-64a 所示。

3. 不完整的局部重合断面图不画波浪线

图 2-65 中，为了表达肋板的厚度，用了重合局部剖。这样不完整的局部断面

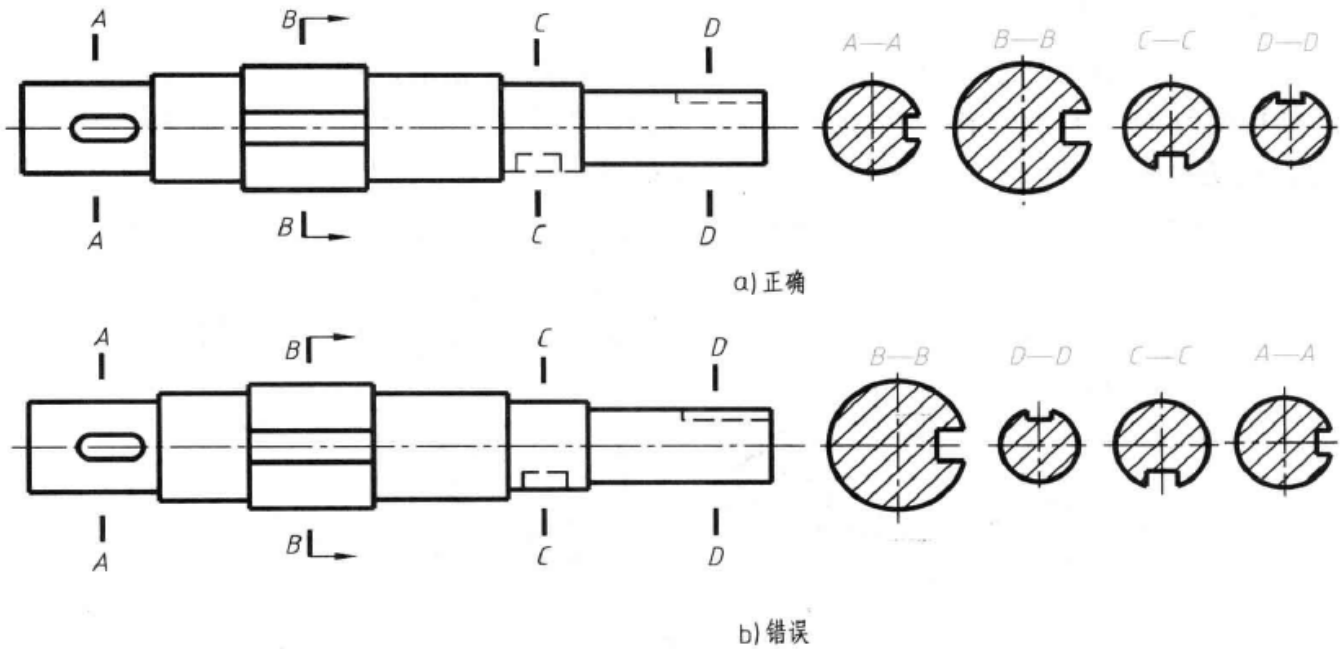


图 2-63　逐次剖切的多个断面图的配置

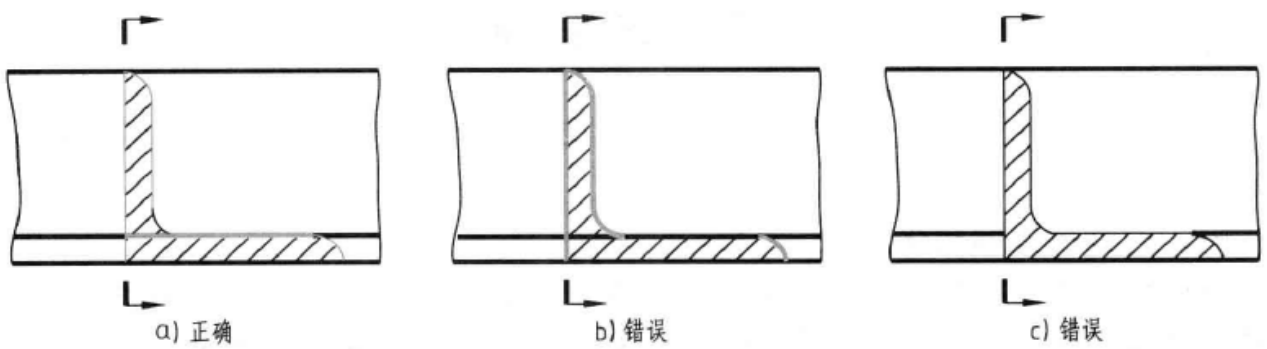


图 2-64　重合断面图画法

图通常不画波浪线。图 2-65b 是错误的，图 2-65a 是正确的。

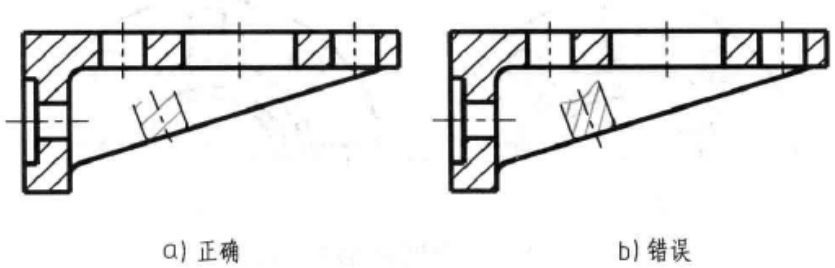


图 2-65　不完整的局部重合断面图不画波浪线

4. 重合断面图中的剖面线

重合断面图中的剖面线也应遵从剖面线画法的相关规定，同一个物体在同一张图上不管剖切区域有几个，所有剖面线其方向和间距都应该完全一致。图 2-65b 中，重合断面图中的剖面线与视图中的剖面线方向和间距都不一致，不对，图 2-65a是正确的。

5. 不适合重合断面图的情况

重合断面图中，其轮廓线不应该与视图的轮廓线交错，图2-66a是错误的。图2-66b则改变了断面图的形状，更不对。这样的情况不适合用重合断面表达。正确的表达方法应如图2-62a所示，用移出断面图。

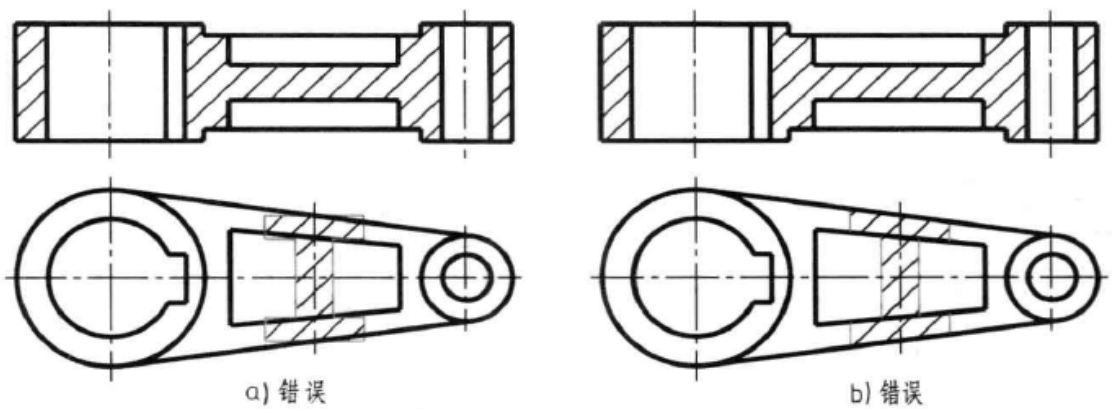


图2-66 不适合重合断面图的情况

第四节 简化画法

为减少绘图的工作量，国家标准规定了某些结构相应的简化画法，作图中应严格遵守。

一、对称图形的简化

当图形具有对称性时，允许只画出一半图形，这时对称线的两端需各画两条平行的细实线，如图2-67所示，图形上下具有对称性，仅画出上面的一半，上下对称线的两端画了平行的细实线，正确画法如图2-67a所示。图2-67b的错误在于对称线两端没有细实线。

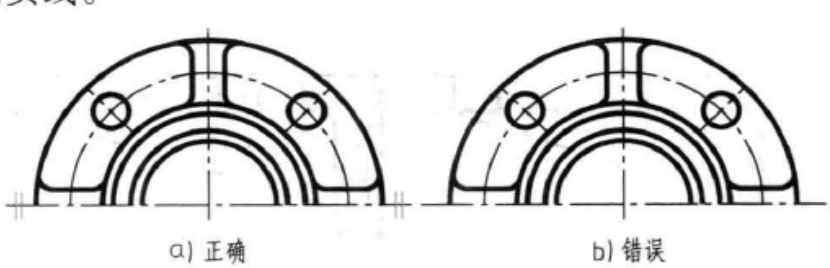


图2-67 对称图形简化画法一

当图形上下左右均具有对称性时，还可进一步简化。如图2-68所示，图中只画出了完整图形的四分之一。图2-68b的错误在于对称线两端虽然各画了两条平行的线段，但画成了粗实线，而不是细实线；正确画法参见图2-68a。

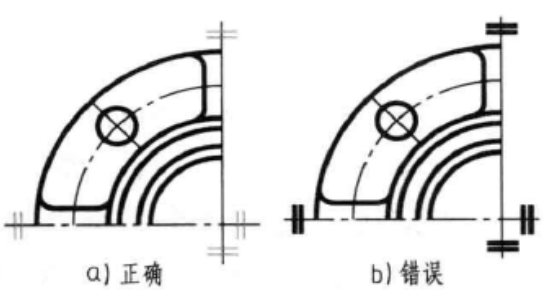
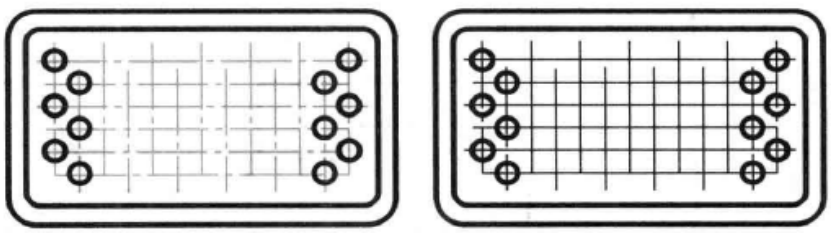


图2-68 对称图形简化画法二

二、成规律分布的重复结构

1. 对称的重复结构

对称的重复结构用细点画线表示结构要素的位置。如图 2-69b，其错误在于结构要素的位置用了细实线而不是细点画线表示，正确画法如图 2-69a 所示。

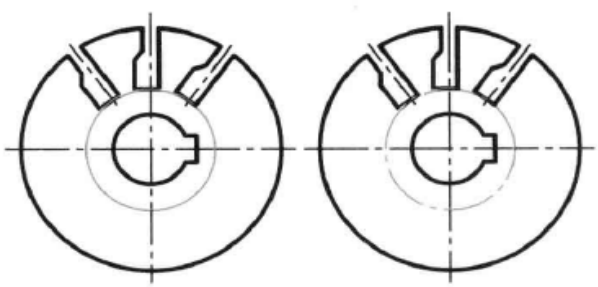


a) 正确　　b) 错误

图 2-69　对称重复结构

2. 不对称的重复结构

不对称的重复结构用相连的细实线表示结构要素的位置。如图 2-70b，其错误在于相连的线不是细实线而是细点画线，正确画法如图 2-70a 所示。



a) 正确　　b) 错误

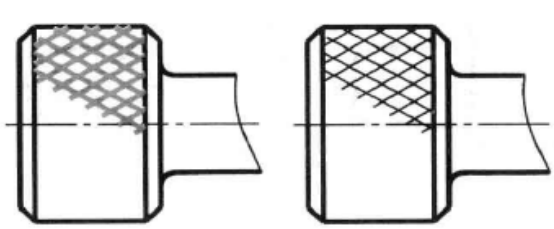
图 2-70　不对称的重复结构

3. 滚花、槽沟等网状结构

对于零件上的滚花、槽沟等网状结构，如果需要表达，则应该用粗实线全部或部分表示出来。图 2-71b 中，滚花结构用的是细实线，这是旧国家标准的规定画法。依照新国家标准，正确画法如图 2-71a 所示。

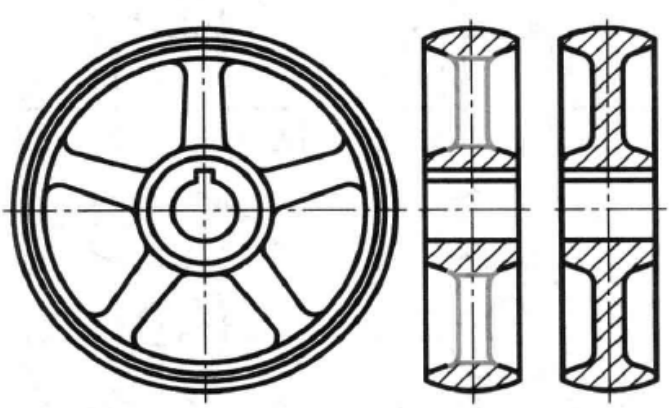
4. 纵向剖切肋板、轮辐、紧固件、轴等

当轮辐被纵向剖切时，不画剖面线。图 2-72b 的错误在于轮辐剖面区域画了剖面线，正确画法如图 2-72a 所示。



a) 正确　　b) 错误

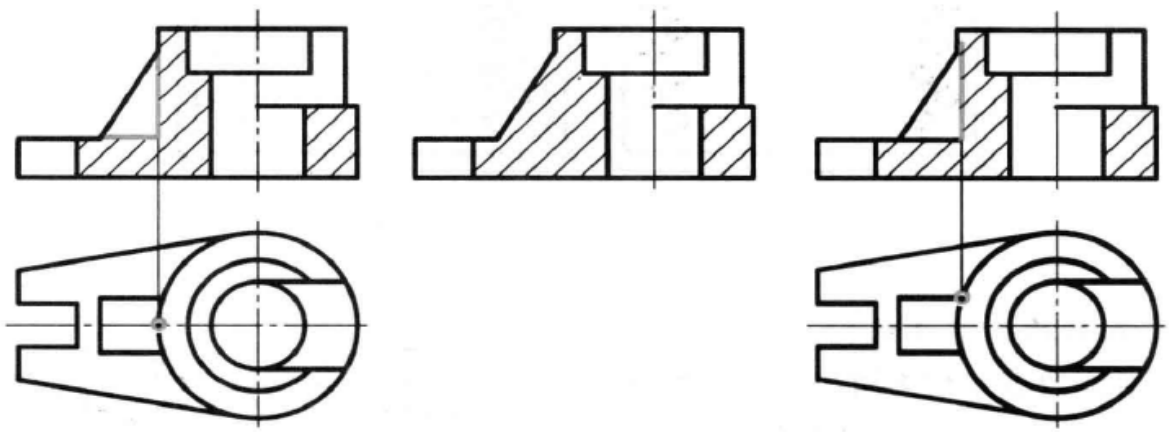
图 2-71　滚花结构



a) 正确　　b) 错误

图 2-72　纵向剖切的轮辐

当肋板被纵向剖切时，肋板区域不画剖面线。用粗实线把它与邻接部分分开，注意该粗实线应该是相邻结构的轮廓线，它不一定在物体上真实存在。图2-73b中的错误在于肋板区域画了剖面线；图2-73c中的错误在于肋板区域虽然省略了剖面线，但肋板与邻接部分之间的粗实线不是相邻结构的轮廓线，这里相邻结构为圆柱体，粗实线应该是圆柱体的最左素线，正确画法如图2-73a所示。



a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图2-73　纵向剖切的肋板

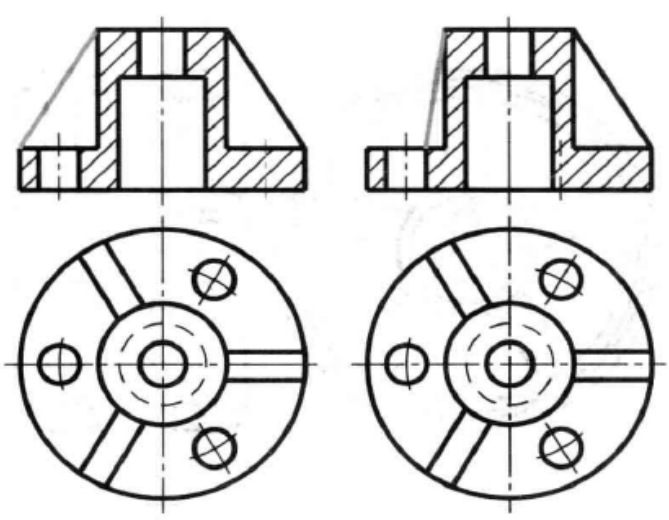
5. 有规则且回转均匀分布的结构

零件上有规则且回转均匀分布的结构，如肋、孔等，当不处于剖切平面上时，可假想将它们旋转到剖切平面上画出。

如图2-74所示，三个肋板均匀回转分布。图2-74b是按投影关系绘制的剖视图，但按照上述所说，正确画法应该是图2-74a，将肋画成对称结构。

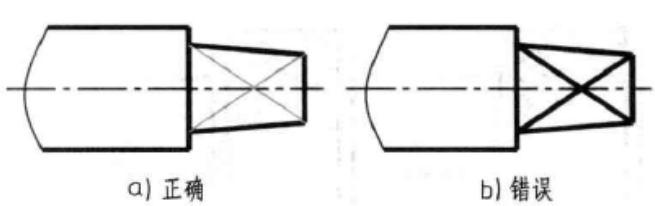
6. 平面

为了减少视图的数量，可以用两条相交的细实线表示平面，如图2-75所示。图2-75b的错误在于把表示平面的两条相交直线画成了粗实线，正确画法参见图2-75a。



a) 肋板简化　　b) 不简化

图2-74　有规则回转均匀分布的结构

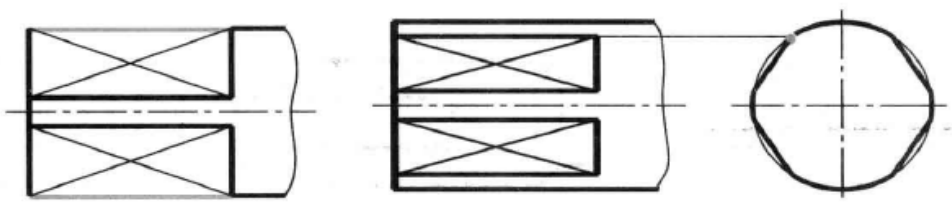


a) 正确　　b) 错误

图2-75　平面简化画法

7. 小结构、小斜度、小锥度

当零件上较小的结构在其他图形上表达清楚时，则图形上小相贯线、小截交线可以忽略不考虑。图 2-76b 是简化前的画法，图 2-76a 是简化后的画法，都是正确的。

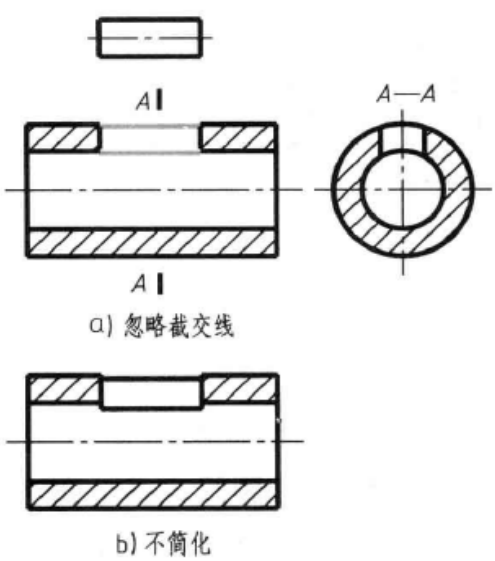


a) 忽略截交线　　b) 不忽略

图 2-76　忽略截交线的画法一

如图 2-77 所示的截交线的表达。图 2-77b 为简化前按投影关系绘制的图形，图 2-77a 是简化后的画法，都是正确的。

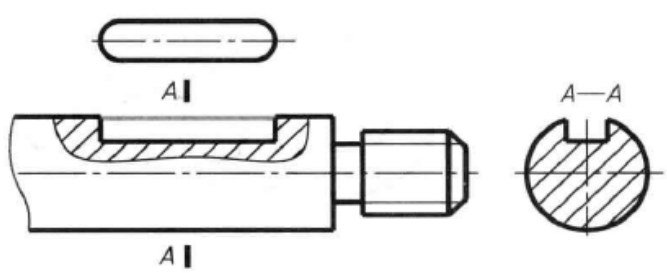
图 2-78b 为简化前按投影关系绘制的图形，图 2-78a 是简化后的画法，都是正确的。



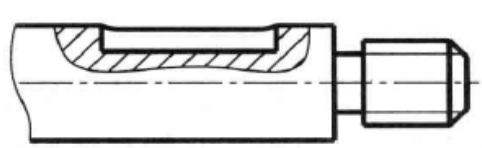
a) 忽略截交线

b) 不简化

图 2-77　忽略截交线的画法二



a) 忽略截交线



b) 不简化

图 2-78　忽略截交线的画法三

零件上的小坡度、小锥度如已表达清楚，则在其他图形上可按小端画出。

图 2-79 为小坡度的表达。图 2-79b 的错误在于是按斜度的大端绘制的，正确画法参见图 2-79a。

图 2-80 为小锥度的表达。图 2-80b 把锥孔前后四个圆都画出来了，图线非常紧密，如果锥度更小些，有可能甚至无法将四个圆分开，可以进行简化，如图 2-80a所示。

8. 较长的机件沿长度方向按一定规律变化

较长的机件沿长度方向按一定规律变化时，可以中间断开，只绘制两端。注意两端图样的大小应该与断裂处的尺寸一致。图 2-81b 中的错误在于：右端断裂处的尺寸比原视图中断裂处的尺寸大，正确画法参见图 2-81a。

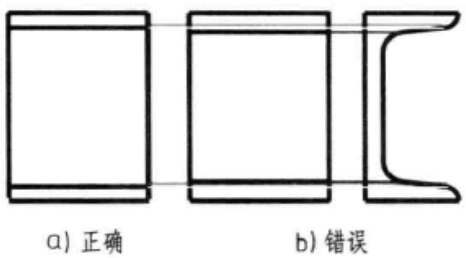


图 2-79 小坡度简化画法

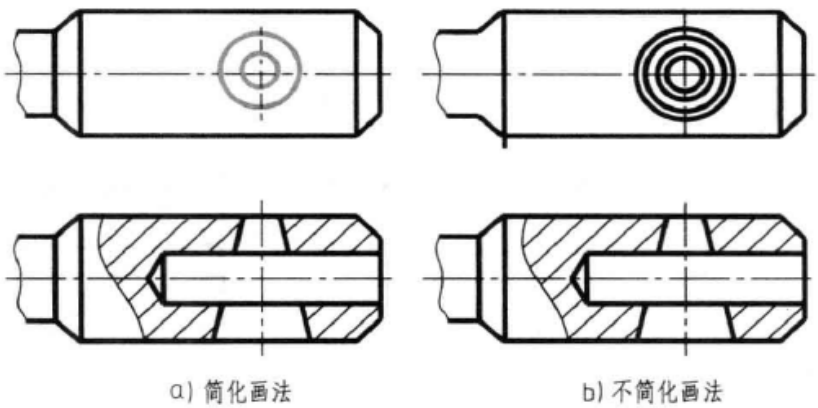


图 2-80 锥孔简化画法

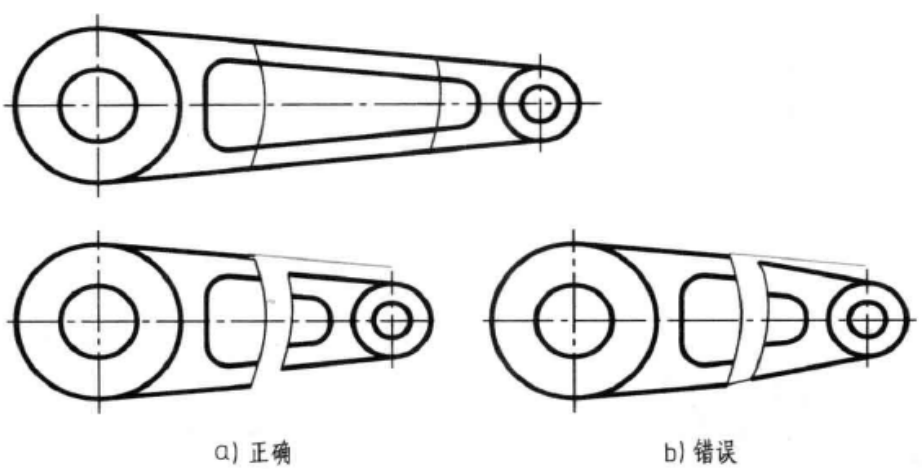


图 2-81 较长机件简化画法

9. 表达被剖切掉的结构

某些结构已经被剖切掉，但是结构并没有表达清楚，且无其他视图方便表达，这时可用假想画法。假想其并没有被剖切掉，在剖视图上用细双点画线表示它的投影，如图 2-82a 所示。图 2-82b 是常见的错误画法：被剖切掉结构的投影用细虚线表示，或者用细点画线表示。

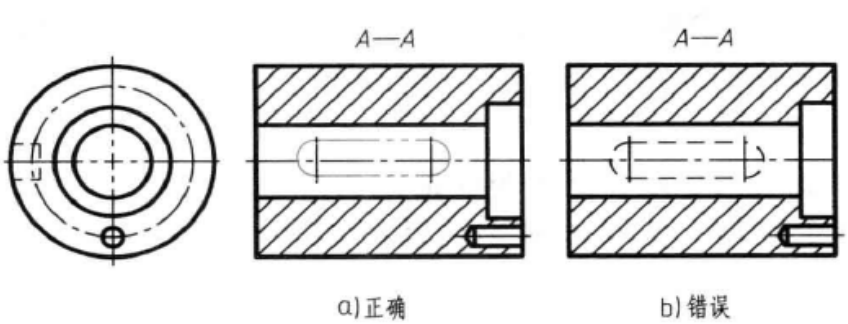


图 2-82 假想画法

第三章　轴　测　图

第一节　轴测图的方向

轴测图是一种能同时反映立体的长、宽、高三个方向的单面投影图。按轴测投影方向与轴测投影面间的相对位置，轴测图可分为正轴测图和斜轴测图；按轴向伸缩系数，每种轴测图又可分为等测、二测和三测三种。

选择何种轴测图来表达物体，应考虑以下三个方面：①物体结构形状表达清楚明了；②立体感强；③作图简单方便。

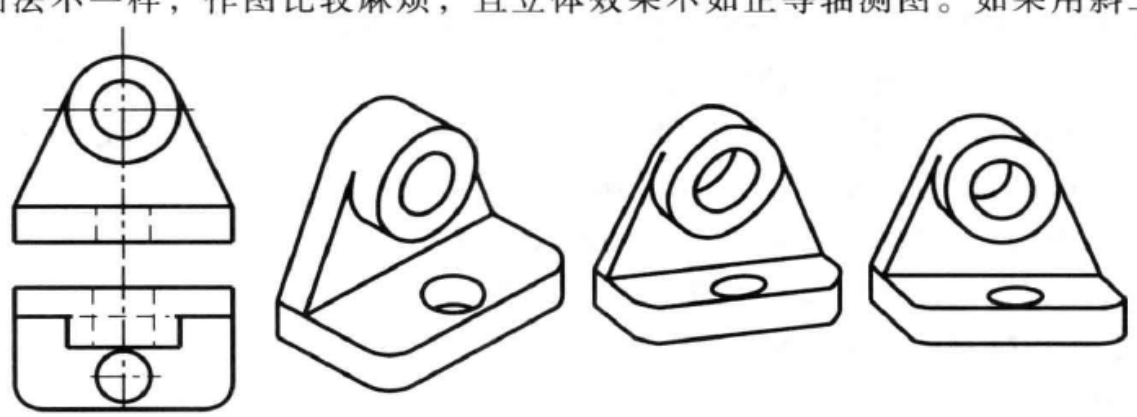
一、三种常用轴测图的比较与选用

正等轴测图、正二等轴测图和斜二等轴测图是使用频率最多的三种。由于轴间角与轴向伸缩系数各不相同，导致它们的绘图特点、表达特点也各不相同。

1. 正等轴测图

正等轴测图的三个轴间角均为120°，三个轴向伸缩系数都为1。对于平行于各投影面的圆来说，它们的轴测投影近似椭圆，画法相同。由于以上原因，正等轴测图作图比较简单，同时它的立体感较好，因此一般情况下应优先选用，尤其当形体上多个方向有圆或形状复杂时，更应选用正等轴测图。

如图3-1a所示的支架，该支架在两个方向上都有圆形结构：正面有圆筒，水平底板上有圆角和圆孔。若用正等轴测图表达，则如图3-1b所示，不仅能清晰地表达该支架的形状结构，而且两个方向的近似椭圆画法完全相同，作图比较简便。如果用正二等轴测图绘制，则如图3-1c所示，与正等轴测图相比，两个方向的椭圆画法不一样，作图比较麻烦，且立体效果不如正等轴测图。如果用斜二等轴



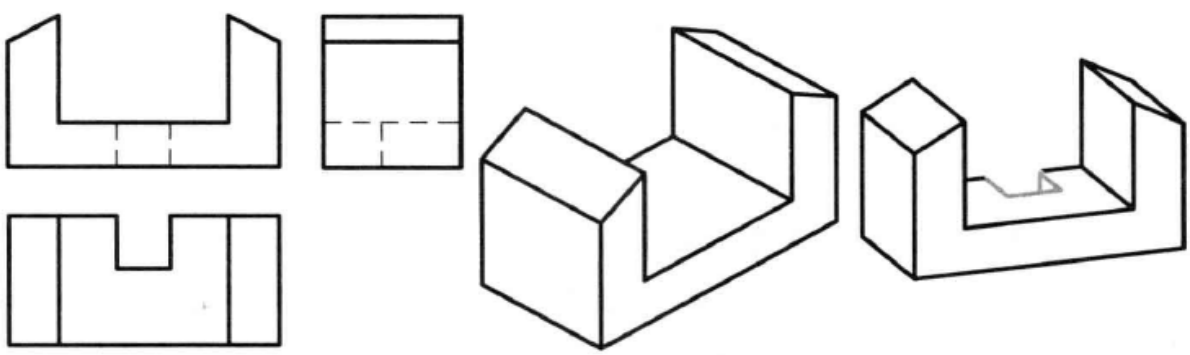
a) 投影图　　b) 正等轴测图　　c) 正二等轴测图　　d) 斜二等轴测图

图3-1　轴测图的比较与选用示例一

测图绘制，则如图3-1d所示，正面圆筒结构轴测投影为圆，画图简单，但在表达效果上，空间立体感不如正等轴测图。综合考虑该支架选择正等轴测图绘制比较好。

2. 正二等轴测图

正二等轴测图中，两个轴向伸缩系数为1，另一个轴向伸缩系数为0.5；轴间角一个为97°，另两个轴间角很接近，大约131°或132°。对于各方向平行于投影面的圆来说，它们的轴测投影图都为椭圆，但各方向的椭圆画法不一样。因此相对正等轴测图而言，正二等轴测图作图不便。有些物体用正等轴测图绘制，立体效果不好，或当圆较少时，可以考虑采用正二等轴测图。



a)投影图　　b)正等轴测图　　c)正二等轴测图

图3-2　轴测图的比较与选用示例二

如图3-2a所示的物体，若采用正等轴测图绘制，则如图3-2b所示，底板后方的切槽在图中表现不出来。选用正二等轴测图绘制，则如图3-2c所示，后方的切槽情况有所改善，直观性比正等测好。该物体选用正二等轴测图表达优于正等测轴测图。

3. 斜二等轴测图

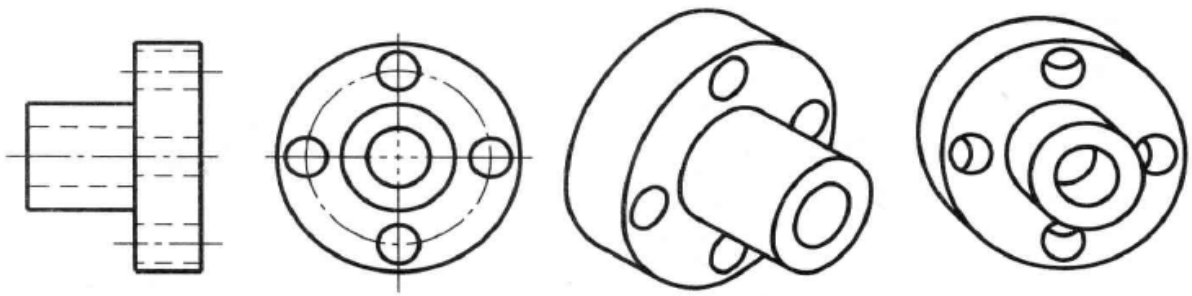
斜二等轴测图的最大特点是：两个轴向伸缩系数为1，轴间角为90°的两坐标轴所确定的平面，其轴测投影形状为实形。另一个轴向伸缩系数为0.5，另两个轴间角相等，为135°。对于有一个方向形状复杂或圆弧较多，但另两个方向形状简单的物体，采用斜二测，可使作图简便。

如图3-3所示的物体，该物体的形状特点是圆很多，且这些圆所处的平面互相平行。如用正等轴测图绘制，如图3-3b所示，由于椭圆数量过多作图麻烦。若利用斜二测的优点，使圆所在的平面的轴测投影反映实形，则如图3-3c所示，与正等轴测图相比，轴测图上没有椭圆，作图简便。

二、选用轴测图的注意事项

1. 避免积聚性

画轴测图时，若物体上的某些面或线与投射方向平行，那么这些面的轴测投影会积聚成线，而线的投影会积聚成点。具有积聚性的轴测图表达结构不足，立体感

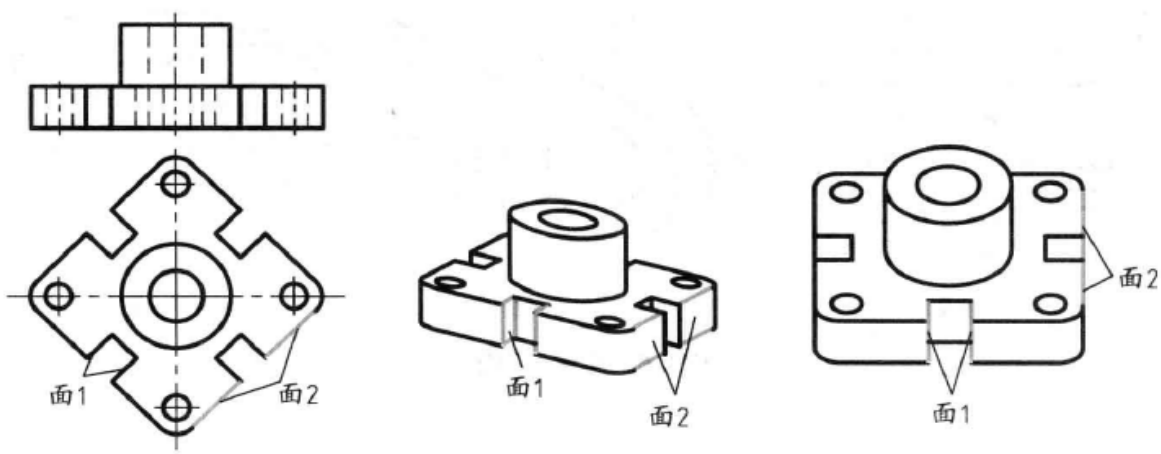


a) 投影图　　b) 正等轴测图　　c) 斜二等轴测图

图 3-3　轴测图的比较与选用示例三

差。因此在选用轴测图时，应该避免出现积聚现象。

如图 3-4 所示的支座，用正等轴测图来绘制，如图 3-4c 所示，支座底板上面 2 和切槽结构的面 1 在轴测图上积聚成直线，立体感不强，表达效果不好。如用斜二等轴测图表达，则如图 3-4b 所示。该图上各平面都没有积聚现象，各形状结构表达效果好，整体立体感强。因此该物体用斜二等轴测图优于用正等轴测图。



a) 投影图　　b) 立体效果好　　c) 立体效果不好

图 3-4　避免积聚性

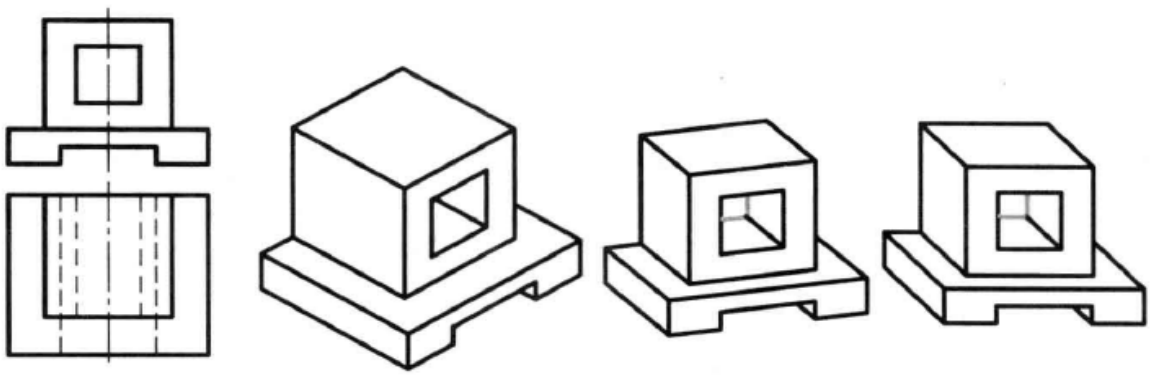
2. 尽量避免遮挡

选择轴测图时，要注意尽量使物体上的各个部分都可见，避免出现物体结构被遮挡的情况。

如图 3-5 所示的物体。如选用正等轴测图表达，所得轴测图如图 3-5b 所示，由于中间方孔的背面被遮挡，看不出方孔是否为通孔，影响了该结构的表达。若用正二等轴测图绘制，则如图 3-5c 所示；若用斜二等轴测图来表达，则如图 3-5d 所示。在正二等轴测图与斜二等轴测图上，都能看出方孔是通孔。因此，该物体选用正二等轴测图和斜二等轴测图绘制比较好。

3. 综合考虑，灵活选用

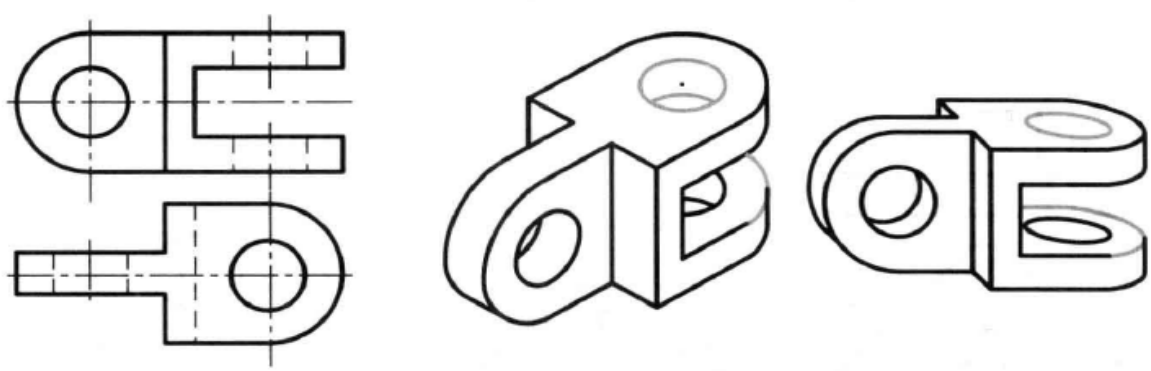
如图 3-6a 所示为连接块的投影图。若用正等轴测图来绘制，如图 3-6b 所示，其优点是右侧耳板上的孔能看透，缺点是连接块右下方的耳板被挡住了部分；若采



a)投影图　b)正等轴测图　c)正二等轴测图　d)斜二等轴测图

图 3-5　遮挡示例一

用斜二等轴测图绘制，如图 3-6c 所示，虽然右下方的耳板几乎能完整表达，但右侧耳板上的孔却看不出是通孔。综合考虑，选用正等轴测图表达该物体较好。



a)投影图　b)正等轴测图　c)斜二等轴测图

图 3-6　遮挡示例二

第二节　画轴测图的典型错误

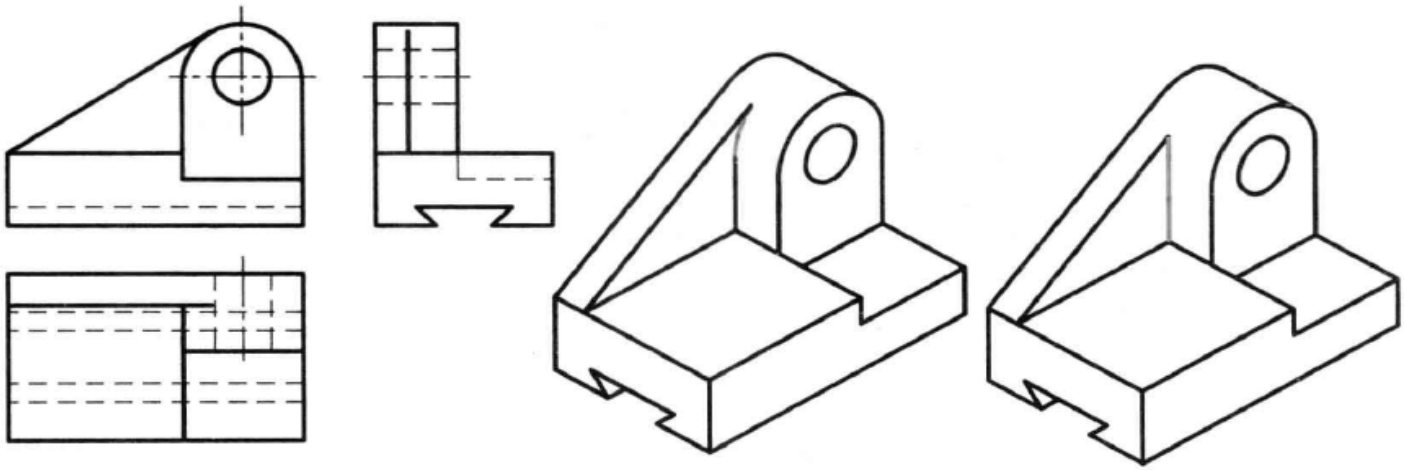
一、漏线

1）平面与圆柱体相交，当截交线的空间形状为圆时，在正等轴测图中截交线应为椭圆。

如图 3-7 所示的物体，其左方三角形肋板的前表面与半圆柱面相截交，由于该面与圆柱轴线垂直，故截交线的空间形状是一段圆弧，其轴测投影应是椭圆弧，如图 3-7b 所示。图 3-7c 轴测图上未画该段椭圆弧，是错误的。

2）对于扁平的圆柱体，轴测图上应用公切线连接两个椭圆，使之成为一体。如图 3-8 所示的物体，其右上方耳板在图 3-8c 所示的轴测图上两段圆弧间未画连接公切线，是错误的；正确画法如图 3-8b 所示。

3）对于扁平的通孔而言，如果孔径较大，孔往往能被看透，即能透过孔看到其在另一端的轮廓线。画轴测图时不可漏了这样的线，如图 3-8 所示的物体底板上



a)投影图　　b)正确　　c)错误

图 3-7　漏画截交线示例

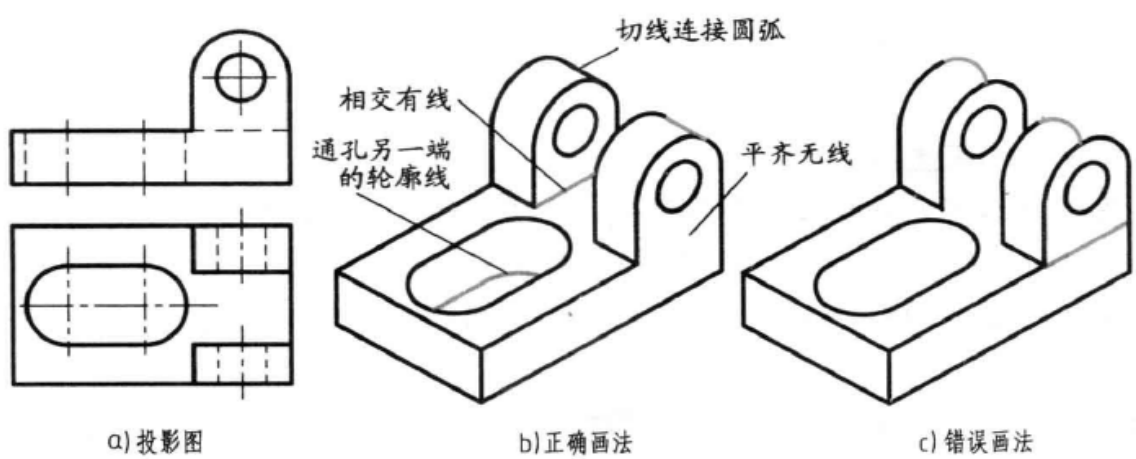
腰圆形的孔。3-8c 是常见错误画法，漏画了腰圆孔底面的轮廓线。

二、多线

1. 平面与平面平齐无线

若两基本体的表面平齐，空间上这两个面实际上已经合为一个面了，因此在轴测图上这两者之间没有分界线，即没有粗实线。若两形体的表面相交，则轴测图上两平面间应有对应的交线。

如图 3-8 所示的物体右方凸起的耳板与底板的前表面。前面第一个凸起的前表面与底板前表面均为正平面，而且两者平齐，因此中间应该无轮廓线；后面凸起耳板的前表面与底板上表面相交，故轴测图上应该有该交线的投影。图 3-8c 为常见的错误画法，正确画法如图 3-8b 所示。

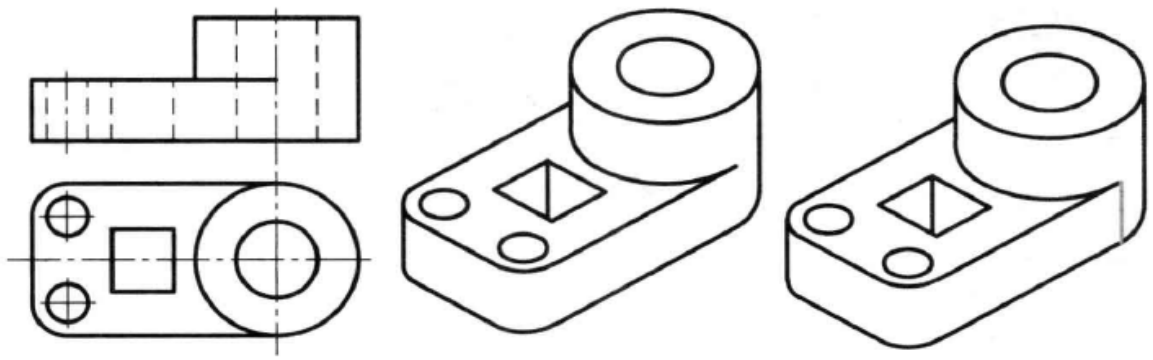


a)投影图　　b)正确画法　　c)错误画法

图 3-8　平面与平面平齐无线示例

2. 相切无线

当两形体的表面相切时，两表面在空间上是光滑过渡的，因此轴测图上相切处也不应画线，如图 3-9 所示的物体。底板前表面为正平面，与圆柱面相切，该正平面与圆柱面之间没有分界线，如图 3-9b 所示。图 3-9c 轴测图上，在底板和圆柱表

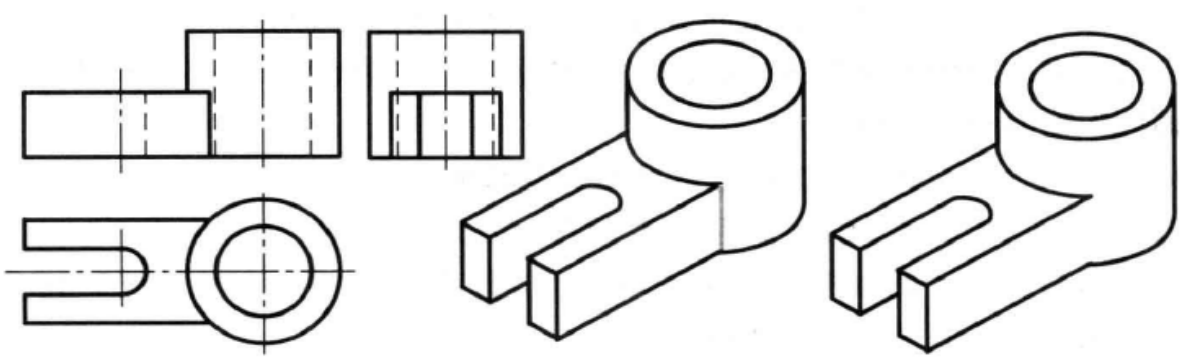


a)投影图　　b)正确画法　　c)错误画法

图 3-9　相切无线

面相切处画了一条线，是常见的错误。

若两形体的表面相交，则画轴测图时相交处应画交线的投影。如图 3-10 所示的物体，该支承座主体是由长方体底板和直立的空心圆柱左右叠加而成的。底板前后表面为正平面，与圆柱表面相交，轴测图上此相交处应画交线，如图 3-10b 所示。如图 3-10c 所示的轴测图上，漏画了相交线的投影，是常见的错误画法。



a)投影图　　b)正确　　c)错误

图 3-10　相交有线

三、一般不画虚线

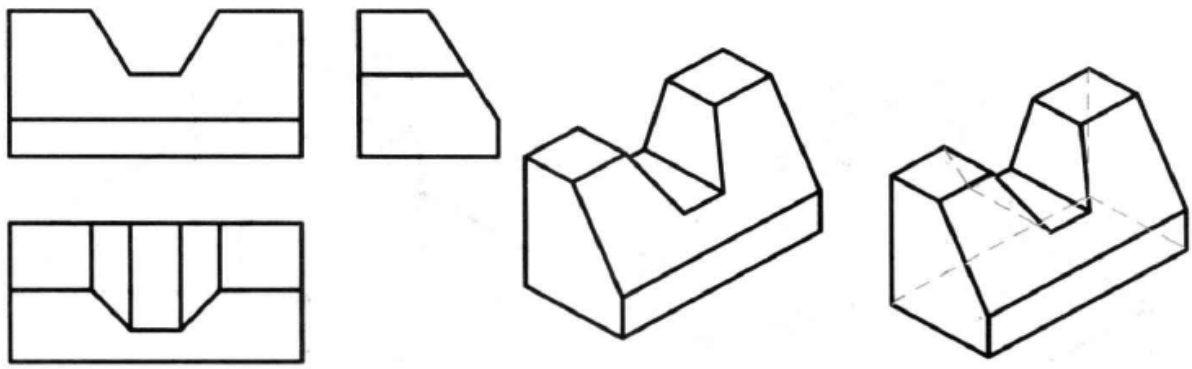
虚线表示不可见轮廓线，在轴测图中一般不画。不画虚线，可使图面更清晰。如图 3-11 所示的物体，图 3-11b 所示的轴测图上未画虚线，图 3-11c 轴测图上绘制了虚线，与图 3-11b 相比，图面不清晰，并且视觉上影响图形的空间立体感。

四、相贯线

轴测图中的相贯线画法有坐标法和辅助平面法两种。在画轴测图时，应准确作出相贯线上一些点的位置。通常是可见特殊点，全部准确作出，一般位置点，有代表性地准确作出一部分。如图 3-12 所示的物体，图 3-12c 是常见的错误画法，没有准确找相贯线上的点，简单地把相贯线画成与直立圆柱顶面一样的椭圆弧，正确画法应如图 3-12b 所示，步骤如下。

1. 确定特殊点的位置

图 3-12 中，1、2 点是相贯线最左和最右的点，是两圆柱的前后转向轮廓线的



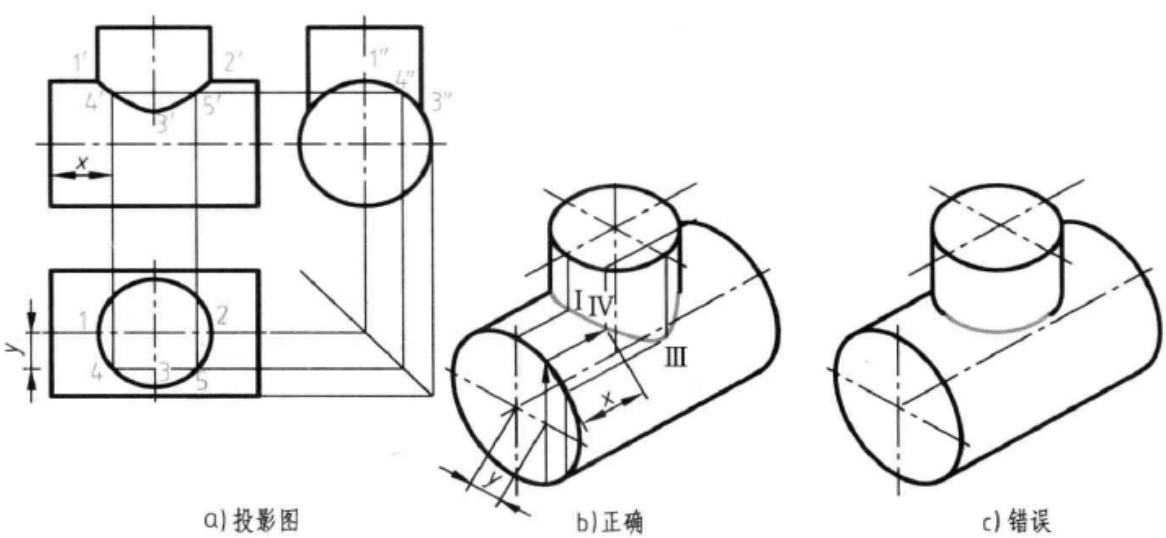
a)投影图　　b)正确　　c)错误

图 3-11　不画虚线

交点，根据圆柱的前后对称平面，可在轴测图上确定相贯线上的最左点 1，由于 2 点不可见，因此不必画出。3 点是相贯线上的最低点，处在直立圆柱的最前素线上。先确定圆柱最前素线的位置，再根据视图上 3 点的高度坐标值，确定轴测图上 3 点位置。

2. 确定中间点（一般点）的位置

图 3-12a 所示的投影图上的 4、5 点是相贯线上的一般点。以 4 点为例，根据 x、y 值即可以确定 4 点的轴测投影，如图 3-12b 所示。对于复杂的相贯线，还可用这样的方法求更多的一般点的轴测投影，用曲线将这些点光滑连接。



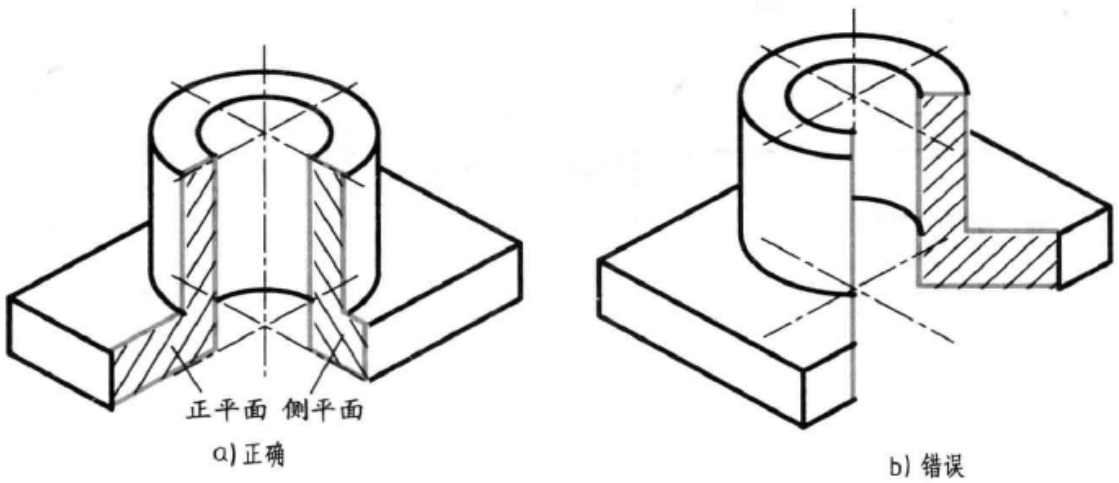
a)投影图　　b)正确　　c)错误

图 3-12　两正交圆柱相贯线的画法

第三节　轴测剖视图

一、轴测图上的剖切平面的位置

作轴测剖视图时，一般用两个互相垂直的轴测坐标面（或其平行面）进行剖切，以显示该零件的内、外结构形状，如图 3-13a 所示。



a) 正确　　b) 错误

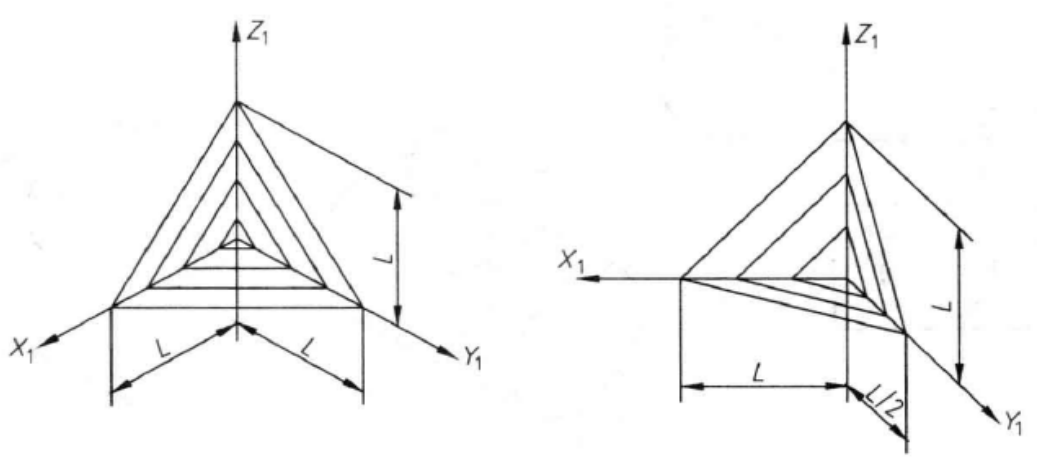
图 3-13　轴测图上剖切平面的位置

图 3-13b 选择的剖切平面不平行于坐标面，不妥。其中一个剖切面在轴测图上积聚成直线，影响了零件内部结构的表达，更不妥。

二、轴测图中的剖面线

1. 各种轴测图剖面线的方向

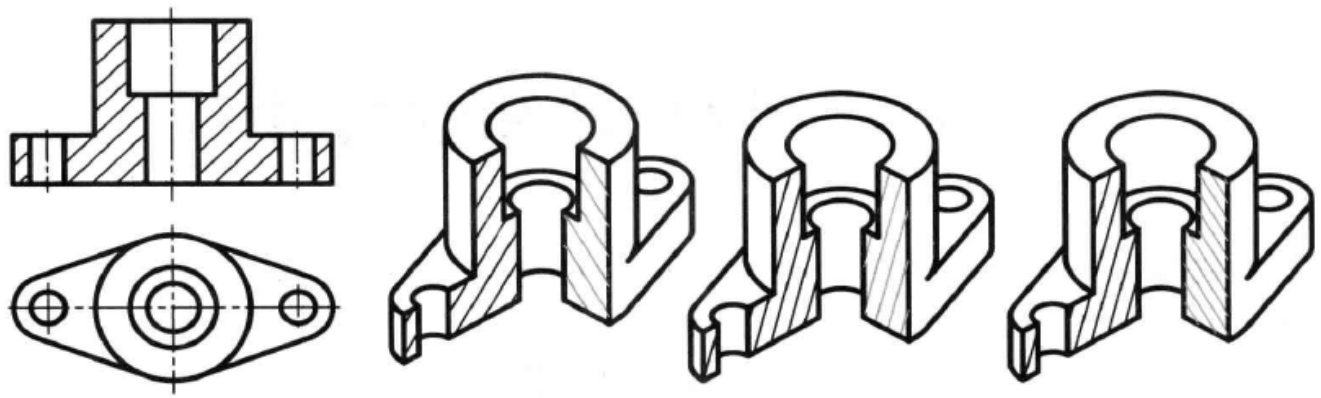
轴测图中剖面线的方向在国家标准中有明确的规定，不同种类的轴测图、或者不同方向的剖切面，其剖面线的方向都会不一样。图 3-14a 所示为正等轴测图在三个坐标面上的剖面线方向；图 3-14b 所示为斜二等轴测图在三个坐标面上的剖面线方向。



a) 正等轴测图　　b) 斜二等轴测图

图 3-14　轴测剖视图中剖面线方向

如图 3-15 所示物体，轴测图上剖掉了物体的左前部分，有两个剖切平面：一个正平面，一个侧平面。图 3-15b 所示是正确画法，图 3-15c、3-15d 所示的轴测图为常见的错误画法。图 3-15c 的错误在于两个剖切面的剖面线方向相同；图 3-15d 所示的轴测图上虽然剖面线方向正确，符合正等轴测图的规定，但两个剖切平面中剖面线的间距彼此不等，而依据图 3-14a 正等轴测图上，不同剖切面上，其剖面线



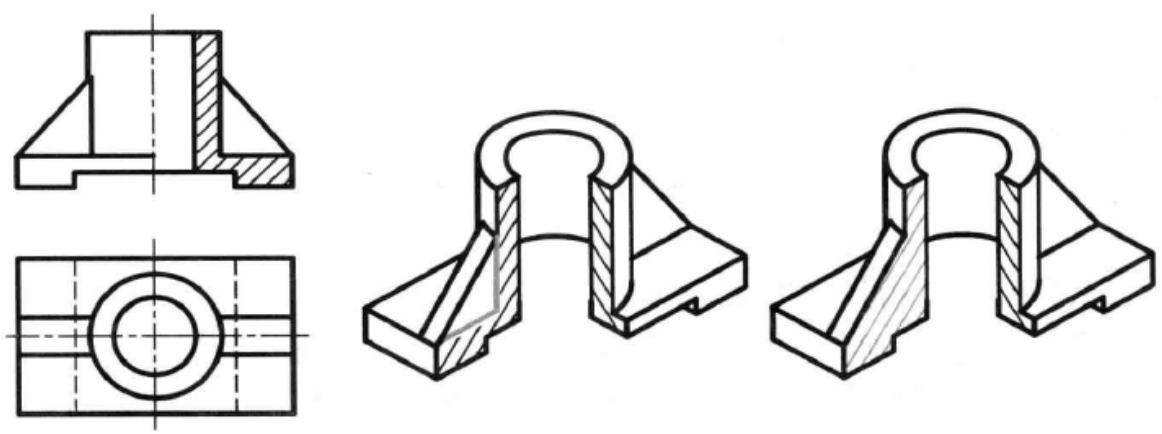
a) 投影图　　b) 正确　　c) 错误　　d) 错误

图 3-15　轴测剖视图中剖面线方向示例

在轴测图上的截距应相等，故图 3-15d 剖面线是错误的。

2. 纵向剖切肋板等结构

与零件图一样，当剖切平面通过肋或薄壁结构的对称面时，在这些结构要素的剖面区域内不画剖面线，画剖切轴测图时也要遵守该规定。如图 3-16b 所示的轴测图为正确画法，图 3-16c 为常见的错误画法。



a) 投影图　　b) 正确　　c) 错误

图 3-16　轴测图上肋板画法

第四章　标准件和常用件

在机器或部件中，有些零件的结构和尺寸已全部实行了标准化，这些零件称为标准件，如螺栓、螺母、螺钉、垫圈、键、销等。还有些零件的结构和参数实行了部分标准化，这些零件称为常用件，如齿轮和蜗轮、蜗杆等。标准件和常用件在工程中的应用十分广泛，一般由专门工厂成批生产。

第一节　螺纹及螺纹联接件

螺纹是零件上常见的结构形式，它主要用于联接零件和传递动力，前者称为联接螺纹，而后者称为传动螺纹。螺纹可认为是一平面图形（如三角形、梯形、锯齿形等）沿圆柱或圆锥表面上螺旋线运动而形成的、具有相同轴向断面的连续凸起或沟槽。在圆柱或圆锥等外表面上所形成的螺纹称为外螺纹，在空腔圆柱或圆锥等内表面上所形成的螺纹称为内螺纹。

一、螺纹的基本知识

螺纹有五个基本要素。

（1）牙型　在通过螺纹轴线的断面上，螺纹形状称为螺纹牙型。它有三角形，梯形，锯齿形等，分别用 M，Tr，B 表示。

（2）公称直径　指代表螺纹尺寸的直径，即螺纹的最大直径，也称作大径。

（3）线数 n　圆柱面或圆锥面上螺旋线的根数，称为螺纹的线数。

（4）螺距 P 和导程 Ph　螺纹相邻两牙在中经线上对应两点间的轴向距离，称为螺距。导程等于螺距乘以线数，即 $Ph = n \times P$。

（5）旋向　螺纹的旋向是内外螺纹旋进的方向，有左旋、右旋之分。

二、螺纹的规定画法

1. 外螺纹的画法

在投影为非圆的视图上，螺纹的牙尖（即大径）和螺纹终止线用粗实线表示，螺纹的牙底（即小径）用细实线表示，倒角或倒圆处也应画出牙底细实线，如图 4-1a 主视图所示。在投影为圆的视图上，用粗实线圆表示螺纹的大径，用细实线圆的 3/4 圈表示小径，倒角圆不画，如图 4-1a 左视图所示。

图 4-1b 的错误有三处，一是将主视图中的螺纹小径画成了粗实线；二是将左视图中螺纹的小径 3/4 圈圆画成了粗实线；三是在左视图中不应画倒角圆。

当外螺纹被剖开时，螺纹终止线只画出表示牙型高度的一小段，剖面线应画到粗实线为止，如图 4-2a 中主视图所示。图 4-2b 的画法错误在于剖面线未画到粗

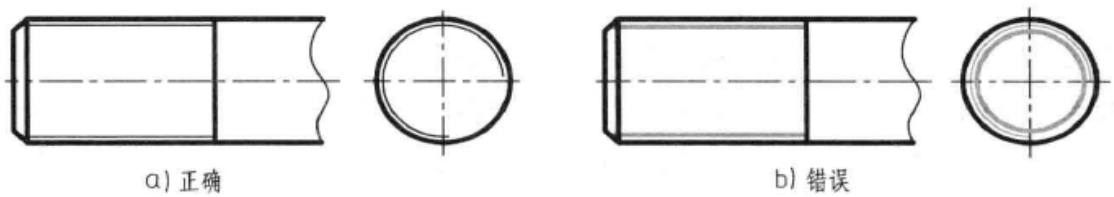


图 4-1　外螺纹的画法一

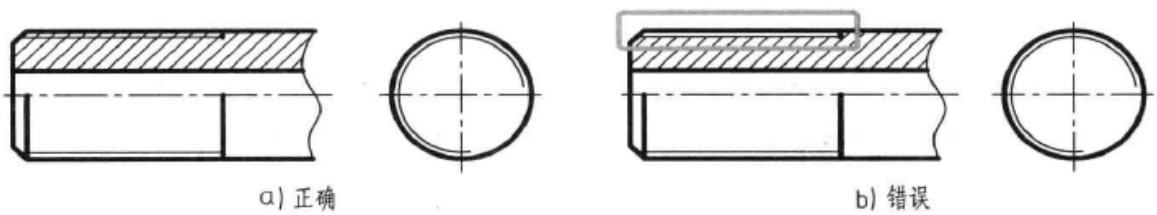


图 4-2　外螺纹的画法二

实线。

2. 内螺纹的画法

在投影为非圆的视图上，螺纹的牙尖（即小径）和螺纹终止线用粗实线表示；螺纹的牙底（即大径）用细实线表示，倒角或倒圆处不画牙底细实线，如图 4-3a 主视图所示。在投影为圆的视图上，用粗实线圆表示螺纹的小径，用细实线圆的 3/4 圈表示大径，倒角圆不画，如图 4-3a 左视图所示。

图 4-3b 的画法有三处错误，一是主视图中螺纹终止线用了细实线；二是螺纹的大径用了粗实线；三是左视图中的螺纹大径圆没画成 3/4 圈。

当内螺纹为盲孔时，盲孔底部是一圆锥面，锥面顶角应画成 120°，这是由于盲孔多用钻头加工而成，而钻头的角度接近 120°。此外还须注意其螺纹终止线与盲孔底部应有一段距离，如图 4-4a 所示。在图 4-4b 中有两处错误，一是螺孔末端锥面顶角明显小于 120°，二是螺纹终止线不应在孔的最末端。

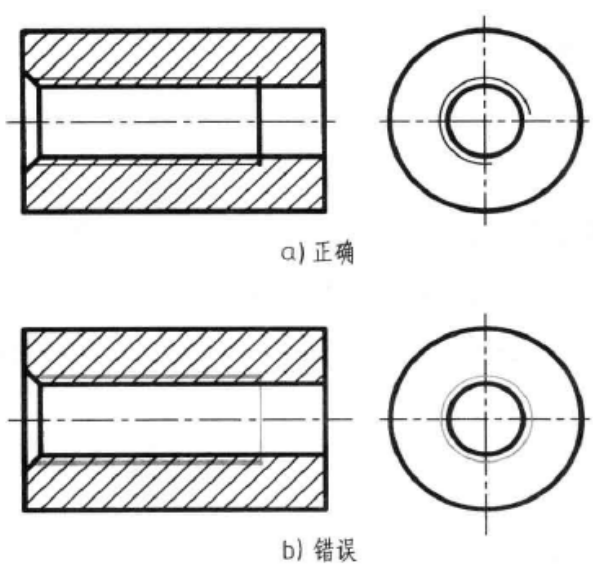


图 4-3　内螺纹的画法一

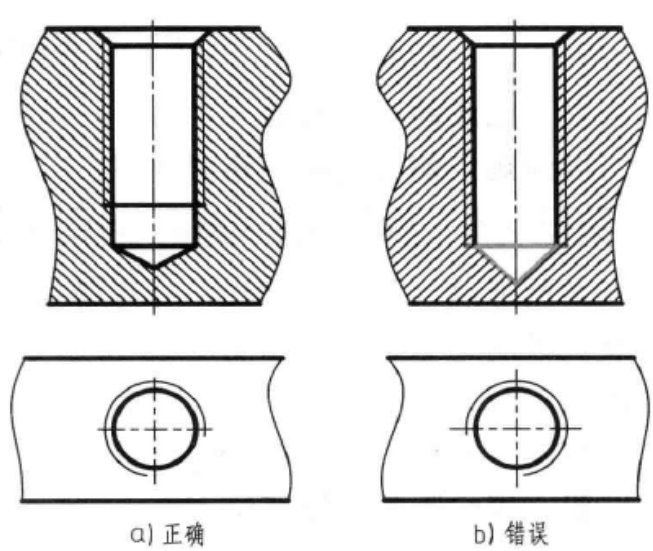
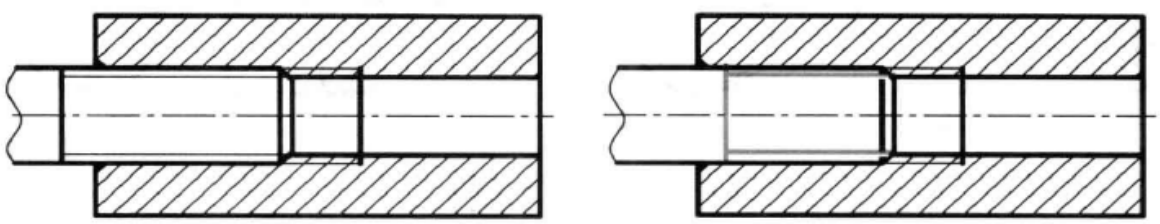


图 4-4　内螺纹的画法二

3. 内、外螺纹的联接画法

只有螺纹的五个要素都相同的内螺纹和外螺纹才能旋合在一起，以剖视图表示内、外螺纹的联接时，其旋合部分应按外螺纹的画法绘制，其余部分仍按各自的画法表示。无论是外螺纹还是内螺纹，在剖视图或断面图中的剖面线都应画到粗实线为止，如图4-5a所示。

图4-5b中的错误有两处，一是外螺纹的螺纹终止线超出了旋合区域；二是外螺纹的小径应画成细实线。

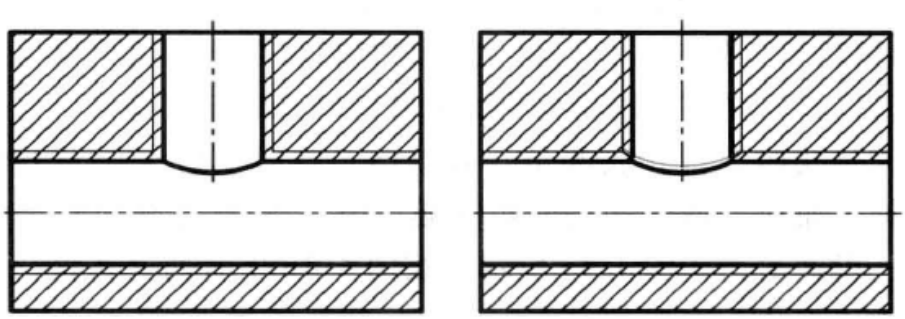


a) 正确　　b) 错误

图4-5　螺纹旋合的画法

4. 螺孔中相贯线的画法

螺孔与螺孔或螺孔与光孔垂直相交时，只需在螺纹小径处画一条相贯线，如图4-6a所示。图4-6b的错误在于，螺纹大径处画了一条细实线的圆弧相贯线。



a) 正确　　b) 错误

图4-6　螺孔中相贯线的画法

三、螺纹的标注方法

国标规定螺纹的标注格式如下：

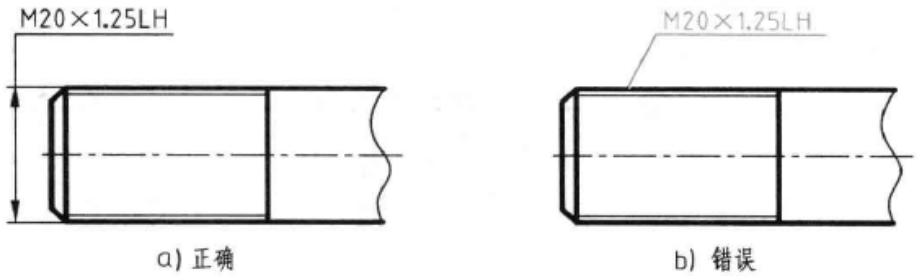
特征代号 | 公称直径 × 螺距 或 导程（P螺距） | 旋向 - 公差带 - 旋合长度

米制螺纹（如普通螺纹、梯形螺纹和锯齿形螺纹等）的尺寸标注应直接注在螺纹大径的尺寸线上，如图4-7a所示，而管螺纹的标注应从螺纹大径处采用引线方法标注。

在图4-7b中，将米制螺纹的尺寸标注按管螺纹对待，这是不符合国标规定的。

四、螺纹紧固件的画法

螺纹紧固件的画法有两种：一种是按标准画图，紧固件各部分尺寸从相应国家标准中查出，按标准规定的数据画图；另一种是按比例画图，螺纹紧固件各部分的



a) 正确　　b) 错误

图 4-7　螺纹的标注

尺寸（有效长度除外）都可按螺纹公称直径的一定比例画图，以提高画图速度。

五、螺纹紧固件的装配画法

螺纹紧固件的联接通常有螺钉联接、螺栓联接和螺柱联接三种，画螺纹紧固件的联接图时必须遵守如下基本规定：

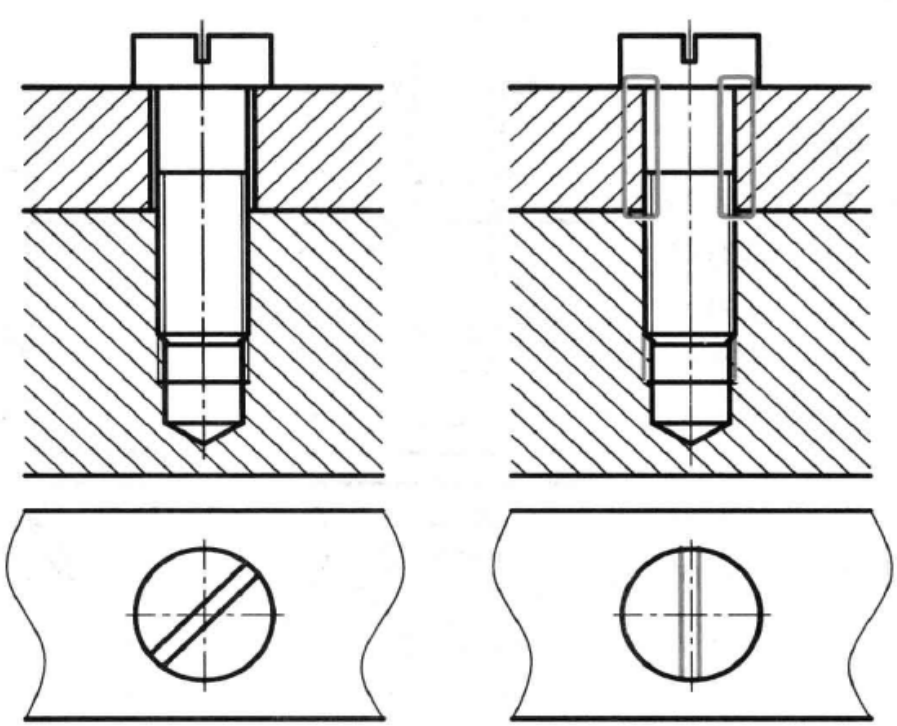
1）两零件的接触表面只画一条线，不接触表面要画成两条线；

2）在剖视图中，相邻不同零件的剖面线应方向相反或方向一致、间隔不等；

3）当剖切面沿实心零件和紧固件（如螺钉、螺栓、螺母、垫圈、键、销、球、轴等）的轴线剖切时，这些零件均按不剖绘制，仍画其外形，需要时可采用局部剖。

1. 螺钉联接

螺钉联接的装配画法如图4-8a所示，图中螺钉的螺纹终止线处在螺孔的上方，螺孔的螺纹终止线处在螺钉末端的下方；被联接的板件为光孔，其孔径（按 1.1



a) 正确　　b) 错误

图 4-8　螺钉联接的画法

倍的螺钉直径绘制）比螺钉大径稍大，故此处板件孔的转向轮廓线与螺钉外圆柱的转向轮廓线没有接触，应画两条粗实线，俯视图中螺钉的头部应画两条向右倾斜45°的粗实线。

图4-8b的画法有三处错误：一是没有旋合的螺孔区域的螺纹大径线应为细实线，不该是粗实线；二是上板件孔的内圆柱面与螺钉的外圆柱面没有间隙，不能只画一条粗实线；三是在俯视图中，螺钉的头部不应画两条竖直的粗实线。

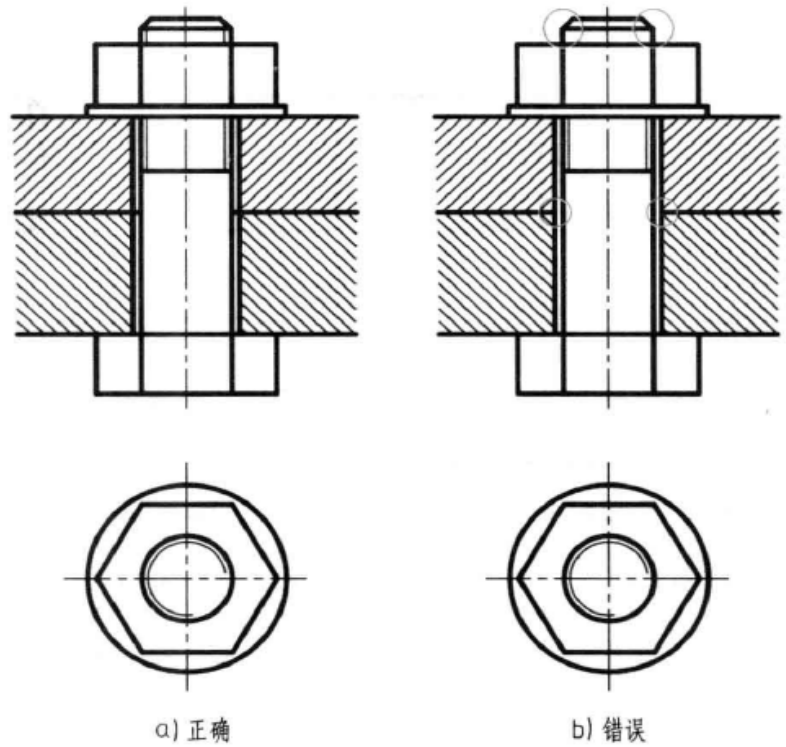


图4-9 螺栓联接的画法

2. 螺栓联接

螺栓联接的正确画法如图4-9a所示。图4-9b的错误有两处：一是将剖视图中螺栓末端的螺纹小径漏画了细实线；二是上下两块板件的孔内接触面处的粗实线应画至螺栓的外圆柱面的转向轮廓线处。

3. 双头螺柱联接

双头螺柱联接的上部类似于螺栓联接，而下部类似于螺钉联接，值得注意的是螺柱的螺纹终止线应平齐螺纹孔口面，如图4-10a所示。图4-10b的错误有三处：一是上下板件分别为不同零件，但其剖面线的方向和间距相同；二是螺柱的外螺纹终止线没与螺纹孔口面平齐；三是下板件未旋合段的内螺纹剖面线应画到粗实线为止。

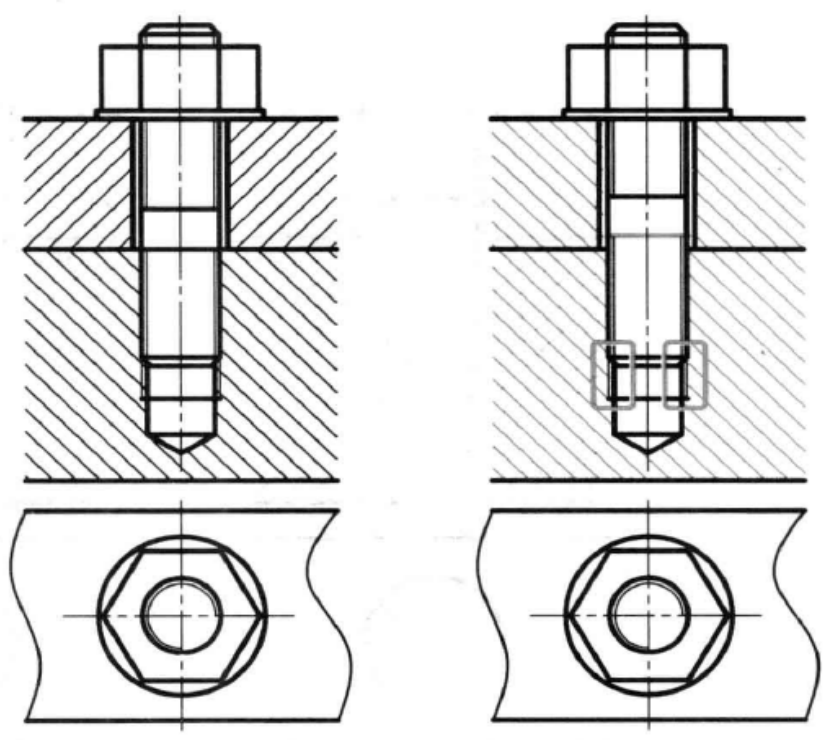


图4-10 双头螺柱联接的画法

第二节　键　和　销

一、键联接

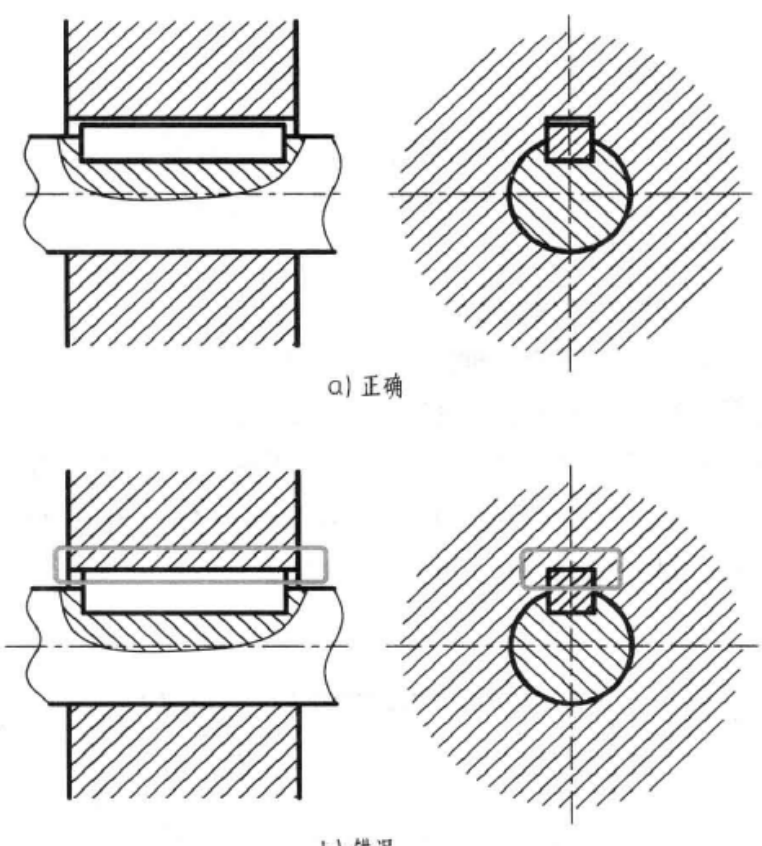
键是一种标准件，它主要用于联接轴及轴上的零件（如齿轮、带轮等）以传递转矩。也有的键还具有导向的作用。常用的键有普通平键、半圆键、钩头楔键等。

键联接在装配图中的画法：纵向剖切时键按不剖绘制，而横向将键剖断则应画出剖面线。

1. 普通平键

普通平键是用两侧面为工作面来作周向固定和传递运动和动力，因此，其两侧面和下底面均与轴上、轮毂上键槽的相应表面接触，只应在接触面上画一条轮廓线，而平键顶面与轮毂键槽顶面之间不接触，留有间隙，应画两条轮廓线。普通平键的装配画法如图 4-11a 所示。

图 4-11b 中，平键顶面与轮毂键槽间没留间隙，画成了一条轮廓线，是错误的。



a) 正确

b) 错误

图 4-11　普通平键联接的画法

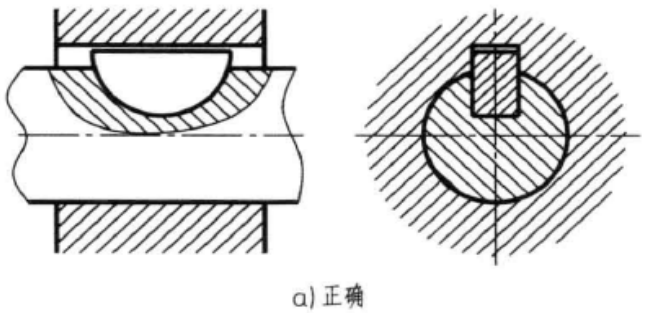
2. 半圆键

半圆键常用在负荷不太大的传动轴上。由于半圆键在键槽中能绕其几何中心摆动，可自动适应轮毂中键槽的斜度，因而在锥形轴上应用较多。半圆键的作图与普通平键类似，键的两侧面为键的工作面，只在接触面上画一条轮廓线，而键的上面与轮毂键槽之间有间隙，应画两条轮廓线，半圆键的装配画法如图 4-12a 所示。

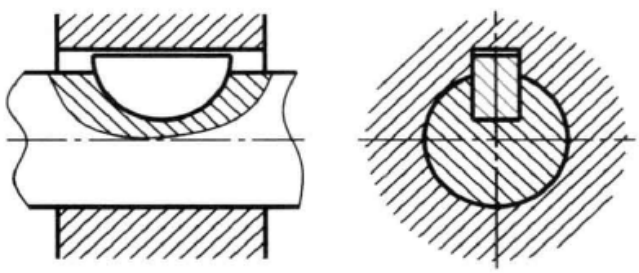
图 4-12b 中的错误是：左视图中半圆键的剖面线与轴的剖面线不仅方向相同，而且间距也相同，不便于区别。

3. 钩头楔键

钩头楔键的上表面有 1∶ 100 的斜度，装配时将键沿轴向嵌入轴和轮毂的键槽内。钩头楔键的斜面与轮毂上键槽顶部的斜面是工作面，必须紧密接触，不能有间隙，其余画法与普通平键类似。钩头楔键的装配画法如图4-13a所示。

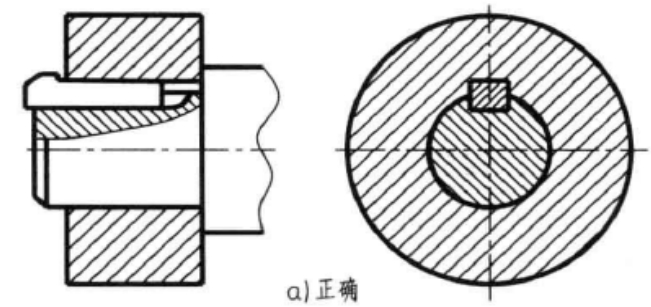


a) 正确

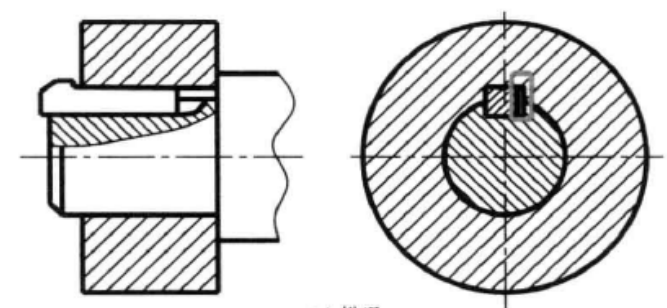


b) 错误

图 4-12 半圆键联接的画法



a) 正确



b) 错误

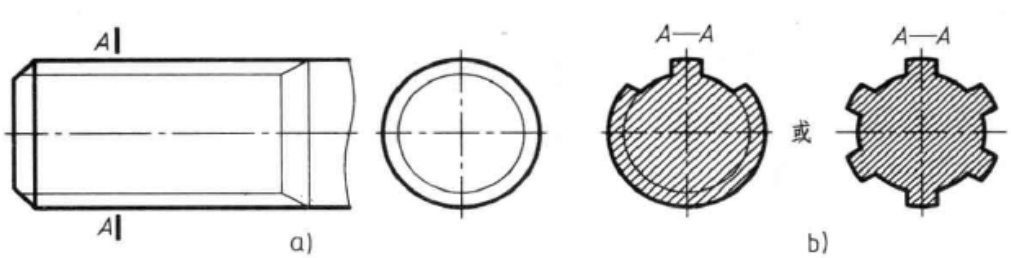
图 4-13 钩头楔键联接的画法

图 4-13b 的错误是将钩头楔键的侧面画出了间隙。因钩头楔键的宽度尺寸与轮毂上键槽和轴上键槽的槽宽尺寸相同，绘图时键的两侧面不应留出间隙。

二、花键联接

1. 矩形外花键的画法

矩形外花键的画法如图 4-14 所示，在平行于花键轴线投影面的视图中，大径用粗实线、小径用细实线绘制，花键工作长度的终止端和尾部长度的末端均用细实线绘制，并与轴线垂直，尾部则画成与轴线成 30°的斜线。在垂直于轴线的视图上，小径用细实线圆表示，见图 4-14a。在垂直于轴线的剖视图上，可画出一部分齿形，或全部齿形，见图 4-14b。



a) b)

图 4-14 外花键的正确画法

图 4-15a 中的错误有两处：一是把主视图中花键的终止线与外螺纹的螺尾画法混淆了，用了粗实线表示；二是将右视图中花键小径圆画成了 3/4 圈圆。图 4-15b 的错误是，在剖切的右视图中没用细实线圆弧表示未画出花键齿的小径。

2. 矩形内花键的画法

在平行于花键轴线的投影面剖视图中，内花键的大径及小径均用粗实线绘制，

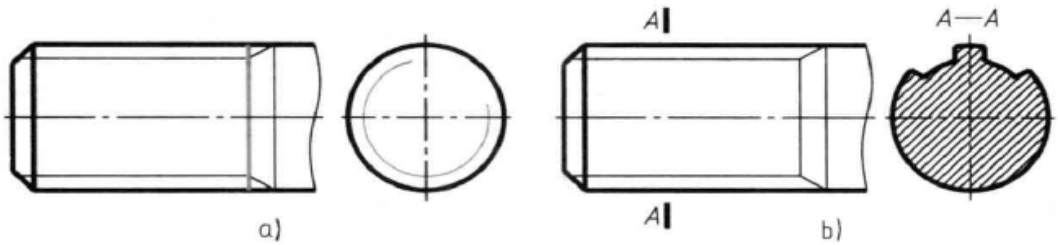


图 4-15　外花键的错误画法

并用局部视图画出一部分或全部齿形，值得注意是未画出的齿形用细实线表示，如图 4-16a 所示。

图 4-16b 中的错误有三处，一是在剖视图中将内花键大径的粗实线画了细实线；二是局部视图中未画出的齿形没用细实线圆表示出；三是将局部视图已全部画出的齿形又用细实线圆表示出。

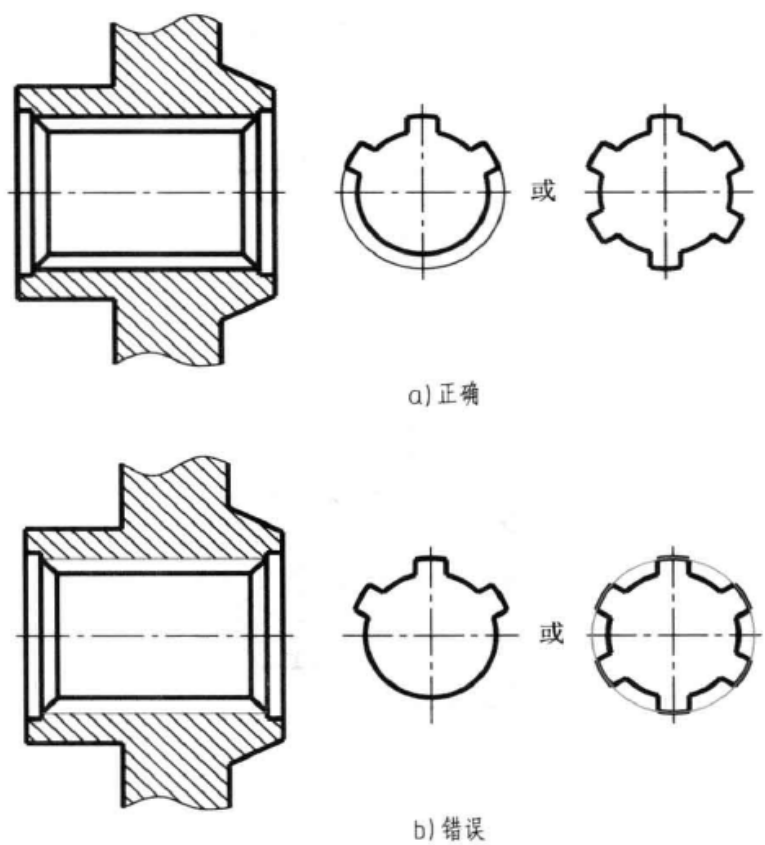


图 4-16　内花键的画法

3. 矩形花键的联接画法

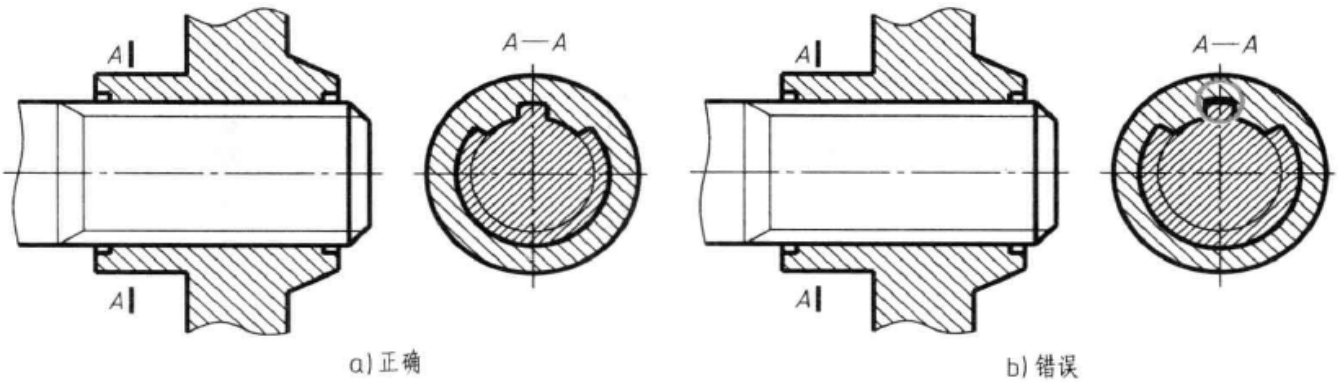
花键联接的画法为公共部分按外花键绘制，不重合部分按各自的规定画法绘制。如图 4-17a 所示。

在图 4-17b 中，内、外花键的大径间画有间隙是错误的。内、外花键大径间属于间隙配合，而不是间隙，由于其基本尺寸相同，故不可画出间隙。

三、销联接

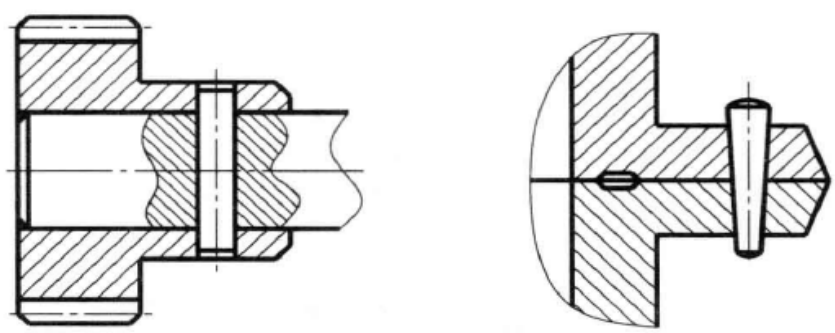
销主要用于零件之间的定位，也可用于零件之间的联接，但只能传递不大的转矩。销类型亦很多，常用的有普通圆柱销和圆锥销。图 4-18 为销联接装配图，图 4-18a 中圆柱销的工作面是外圆柱面，它与销孔的内圆柱面紧密接触，只画一条线。同样，图 4-18b 中圆锥销的工作面是外圆锥面，它与销孔的内圆锥面紧密接触，也只画一条线。

在图 4-19 中，圆柱销和圆柱销孔间有间隙，圆锥销和圆锥销孔间也有间隙，这是错误的。



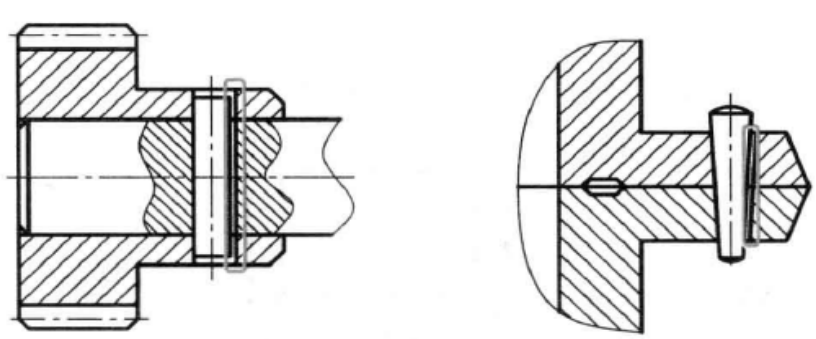
a) 正确　　b) 错误

图 4-17　花键联接的画法



a)　　b)

图 4-18　销联接的正确画法



a)　　b)

图 4-19　销联接的错误画法

第三节　滚动轴承

一、滚动轴承的结构和分类

滚动轴承是支撑旋转轴的组件。滚动轴承按承受力的方向分为三类：向心轴承，主要承受径向载荷；推力轴承，只承受轴向载荷；向心推力轴承，同时承受径向和轴向载荷。

二、滚动轴承的画法

根据 GB/T 4459.7—1998 规定滚动轴承可以用三种画法来表达，分别是通用画法、特征画法及规定画法。通用画法和特征画法属简化画法，若需详细表达滚动

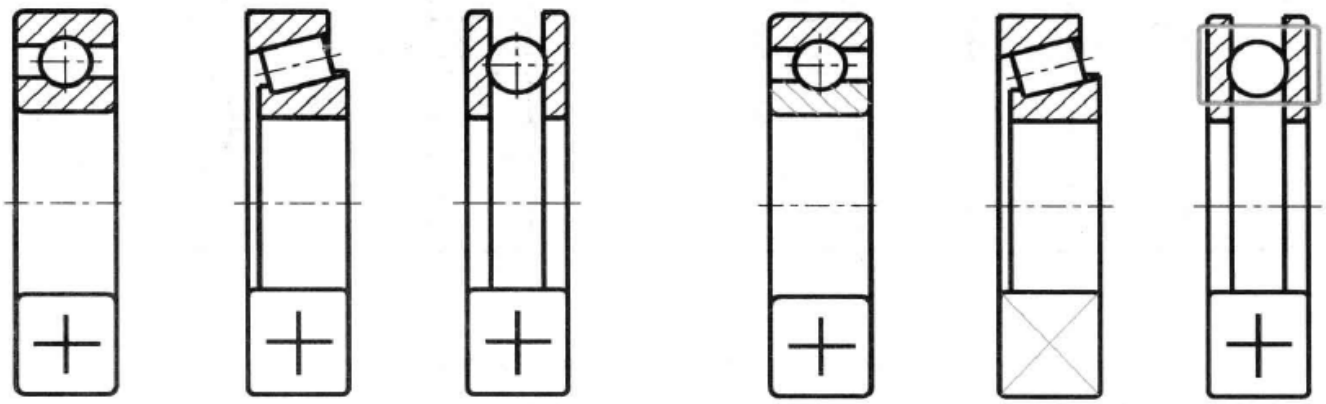


图 4-20　滚动轴承的画法

轴承结构时，可采用规定画法。

图 4-20a 从左向右依次为三种常用深沟球轴承、圆锥滚子轴承和推力球轴承的规定画法。图中滚动体按不剖处理，内、外圈的剖面线方向和间隔均相同。

图 4-20b 中有三处错误的画法，一是深沟球轴承的内、外圈的剖面线方向不相同；二是圆锥滚子轴承的下部的通用画法“ + ”符号画成了旧标准中的交叉符号；三是推力球轴承中的滚动体漏画了点画线。

第四节　齿　　轮

齿轮在机械传动中被广泛应用，常用它来传递动力、改变旋转速度与旋转方向。齿轮的种类很多，根据其传动情况可以分为三类：圆柱齿轮、锥齿轮、蜗轮及蜗杆。

一、圆柱齿轮

1. 单个齿轮的画法

齿轮上的轮齿是多次重复出现的结构，国家标准对齿轮的画法做了如下规定。

1）齿顶圆、齿顶线用粗实线表示；分度圆、分度用细点画线表示；齿根圆、齿根线用细实线表示，也可省略不画，如图 4-21a 所示。

2）在剖视图中，当剖切平面通过齿轮的轴线时，轮齿按不剖绘制，齿根线用粗实线绘制，如图 4-21b、c、d 所示。

3）若为斜齿或人字齿，可在非圆的视图上画成半剖或局部剖视，并用三条细实线表示轮齿的方向，如图 4-21c、d 所示。直齿则不需表示，如图 4-21a、b 所示。

在图 4-22a 中，将左视图中的齿根圆画成了粗实线，是错误的。在图 4-22b 中，主视图上下部分的剖面线方向不相同，也是错误的。

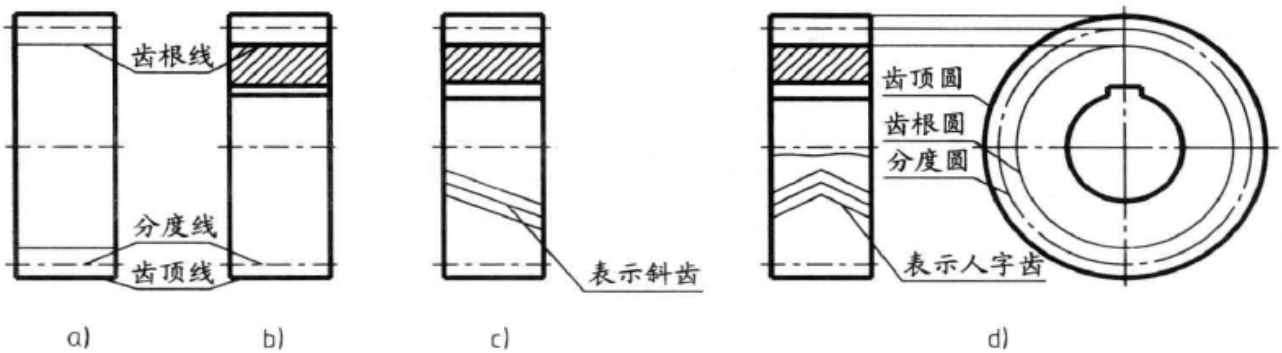


图 4-21 单个圆柱齿轮的正确画法

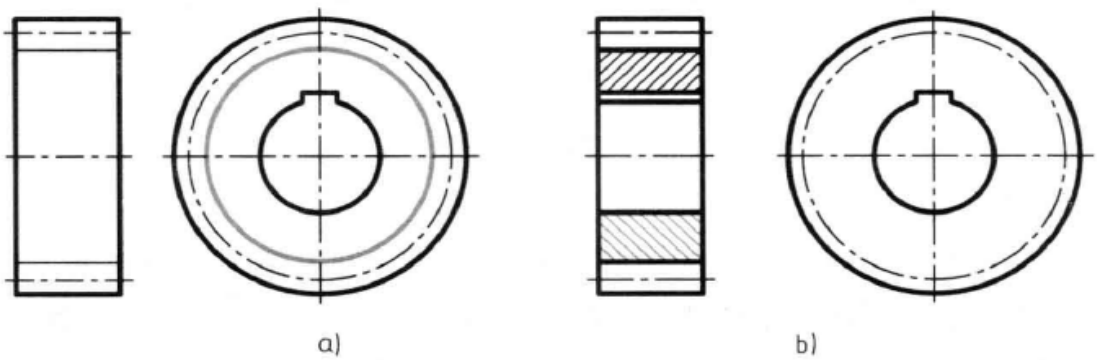


图 4-22 单个圆柱齿轮的错误画法

2. 啮合画法

圆柱齿轮的啮合画法与单个齿轮的画法基本相似，但应注意以下几点。

1）在平行于圆柱齿轮轴线投影面的外形视图中，啮合区内的齿顶线、齿根线不必画出。节线（分度线）用粗实线绘制，其他处的节线（分度线）仍用细点画线绘制，如图 4-23a、4-23b、4-23c 所示。

2）在垂直于圆柱齿轮轴线投影面的视图中，啮合区内齿顶圆均用粗实线绘制，如图 4-24b；或按省略画法，如图 4-23d 所示。齿根圆用细实线绘制，也可省略不画。两相切节圆（分度圆）用细点画线绘制。

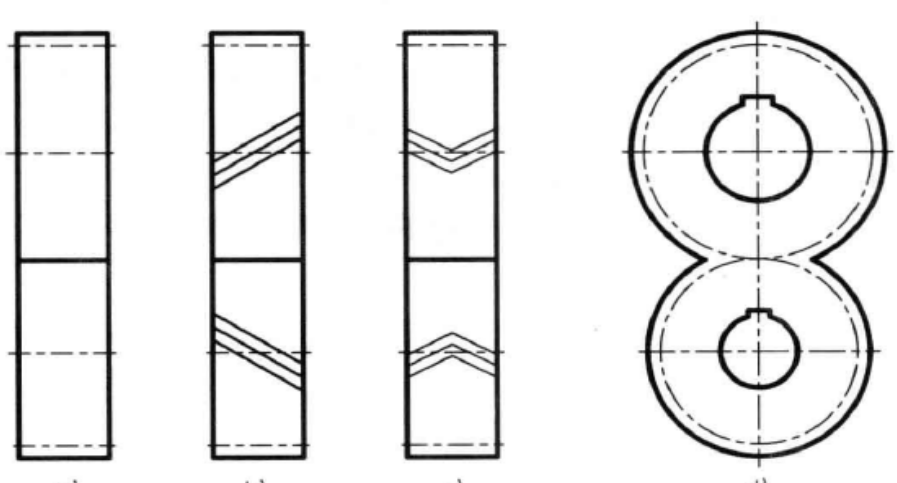


图 4-23 圆柱齿轮啮合的正确画法一

3）在圆柱齿轮啮合的剖视图中，当剖切平面通过两啮合齿轮轴线时，在啮合区内，将一个齿轮的轮齿（一般指主动齿轮）用粗实线绘制，另一个齿轮的轮齿（一般指从动齿轮）被遮挡部分用细虚线绘制，也可省略不画。如图 4-24a 所示。

图 4-25a 为两直齿圆柱齿轮啮合，图中将主视图上的啮合线画成了点画线，是错误的。图 4-25b 为两斜齿圆柱齿轮啮合，图中错误是将两个斜齿轮的表示符号画为同向。图 4-25c 为两直齿圆柱齿轮啮合图剖面图，图中将啮合区内两个齿轮的齿顶线均画成细虚线，也是错误的。

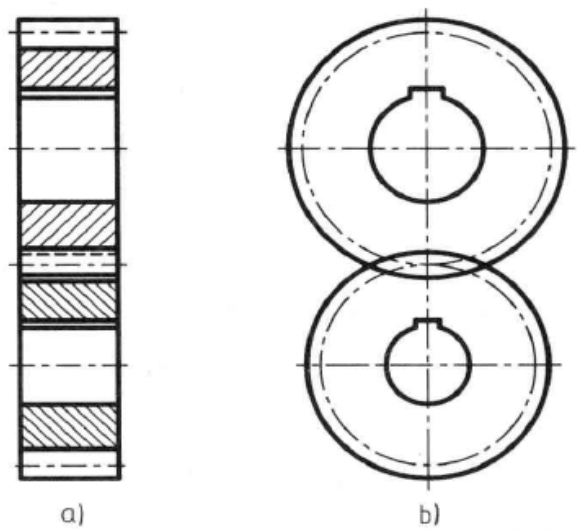


图 4-24　圆柱齿轮啮合的正确画法二

二、锥齿轮

由于锥齿轮的轮齿分布在圆锥面上，所以轮齿沿圆锥素线方向的大小不同，模数、齿数、齿高、齿厚也随之变化，通常规定以大端参数为准。

1. 单个锥齿轮的画法

锥齿轮的画法与圆柱齿轮的画法相同。但要注意的是，在垂直于锥齿轮轴线的投影面的视图中，用点画线画出大端分度圆，用粗实线画出大端齿顶圆和小端齿顶圆。齿根圆省略不画，如图 4-26a 所示。

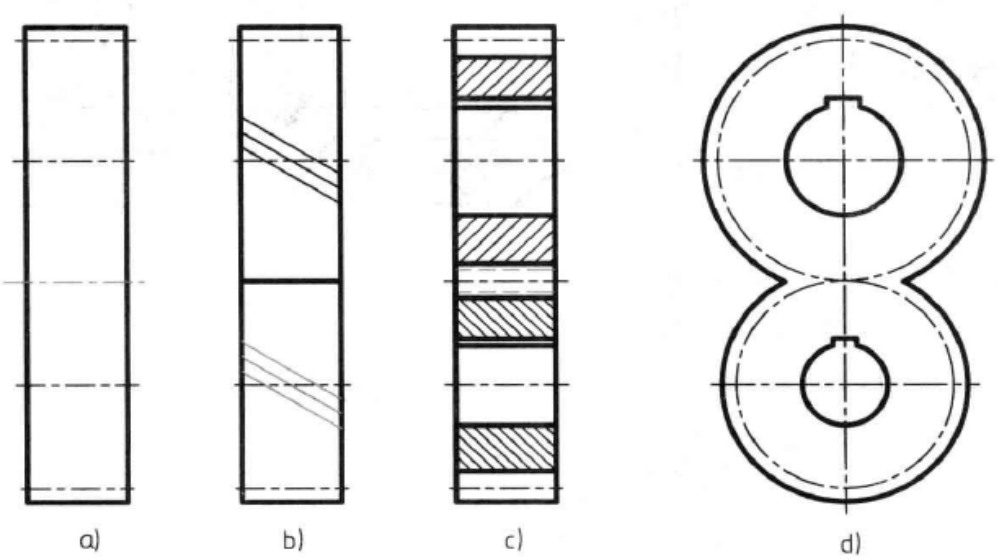
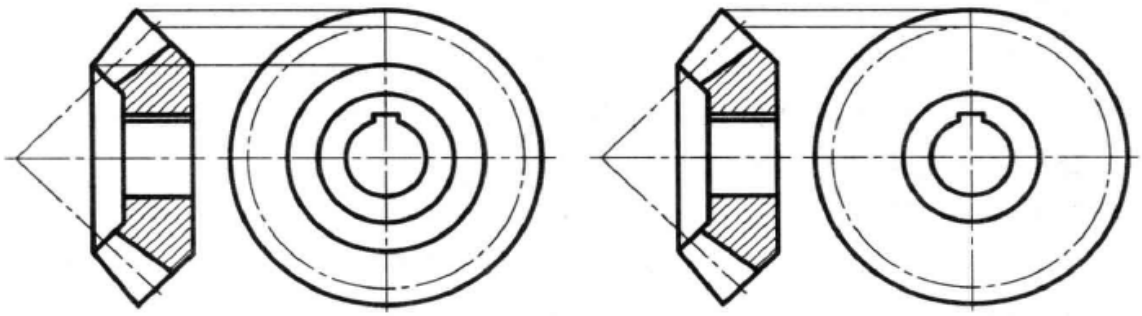


图 4-25　圆柱齿轮啮合的错误画法

在图 4-26b 右视图中，锥齿轮的小端齿顶圆没绘出，这是错误的。

2. 锥齿轮的啮合画法

如图 4-27a 所示，主视图画成剖视图，由于两齿轮的节圆锥面相切，因此，其节线重合，画成点画线；在啮合区内，应将其中一个齿轮的齿顶线画成粗实线，而将另一个齿轮的齿顶线画成虚线或省略不画（在图 4-27a 中，画成虚线），左视图画成外

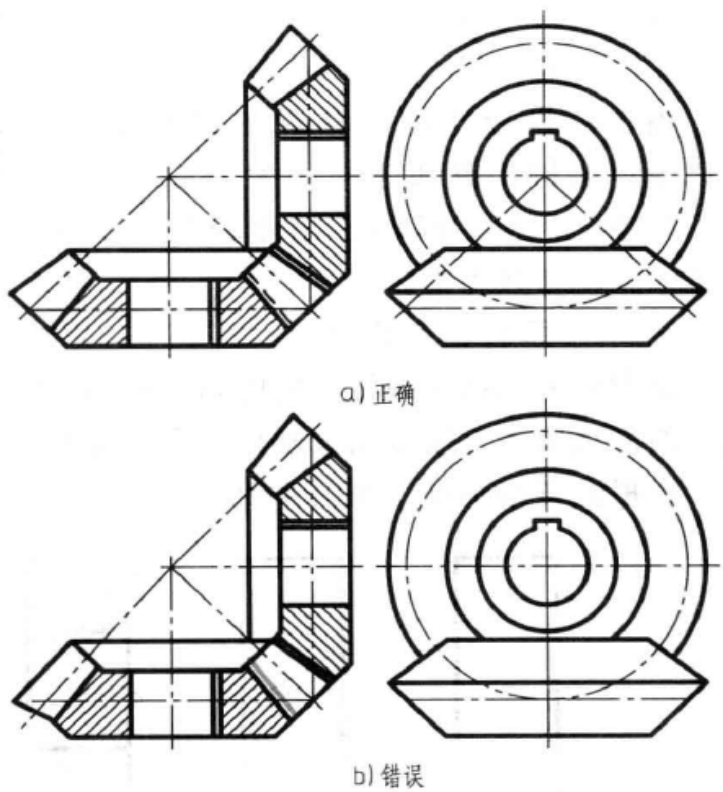


a) 正确　　b) 错误

图 4-26　单个锥齿轮的画法

形视图，对标准齿轮来说，节圆锥面和分度圆锥面、节圆和分度圆是一致的。

图 4-27b 中的错误有两处：一是将啮合区内两齿轮的齿顶线均画成粗实线；二是漏画了左视图中两节线的点画线。



a) 正确

b) 错误

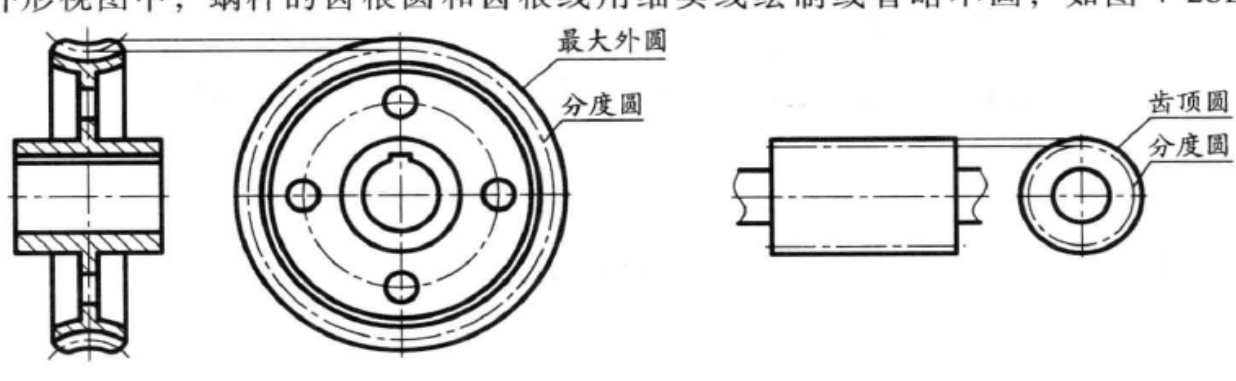
图 4-27　锥齿轮啮合的画法

三、蜗轮、蜗杆

1. 单个蜗轮、蜗杆的画法

（1）蜗轮的画法　蜗轮的轮齿部分画法与圆柱齿轮基本相同，但在垂直轴线的投影面视图中，只画出分度圆和直径最大的外圆，齿顶圆和齿根圆省略不画，如图 4-28a 所示。

（2）蜗杆的画法　蜗杆轮齿部分画法与圆柱齿轮基本相同，在外形视图中，蜗杆的齿根圆和齿根线用细实线绘制或省略不画，如图 4-28b 所



a)　　b)

图 4-28　蜗轮、蜗杆的正确画法

示。但常用局部剖视图表示齿形。

图 4-29 的错误是将右视图的齿根圆画成了虚线。

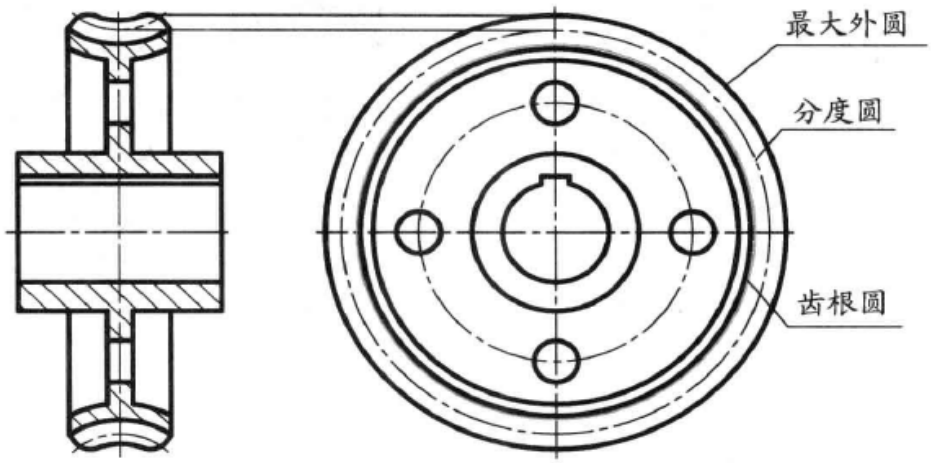


图 4-29　蜗轮的错误画法

2. 蜗轮、蜗杆啮合的画法

在蜗杆投影为圆的视图中，啮合区只画蜗杆不画蜗轮，其他部分按投影画出；在蜗轮投影为圆的视图中，蜗轮与蜗杆的分度圆相切，啮合区内的齿顶圆和齿顶线仍用粗实线画出，如图 4-30a 所示。

在剖视图中，当剖切平面通过蜗轮轴线并垂直于蜗杆轴线时，在啮合区内将蜗杆的轮齿用粗实线画出，蜗轮的轮齿被遮住的部分不画。当剖切平面通过蜗杆轴线并垂直于蜗轮轴线时，在啮合区内，蜗轮的外圆、齿顶圆和蜗杆的齿顶线可以省略不画，如图 4-30b 所示。

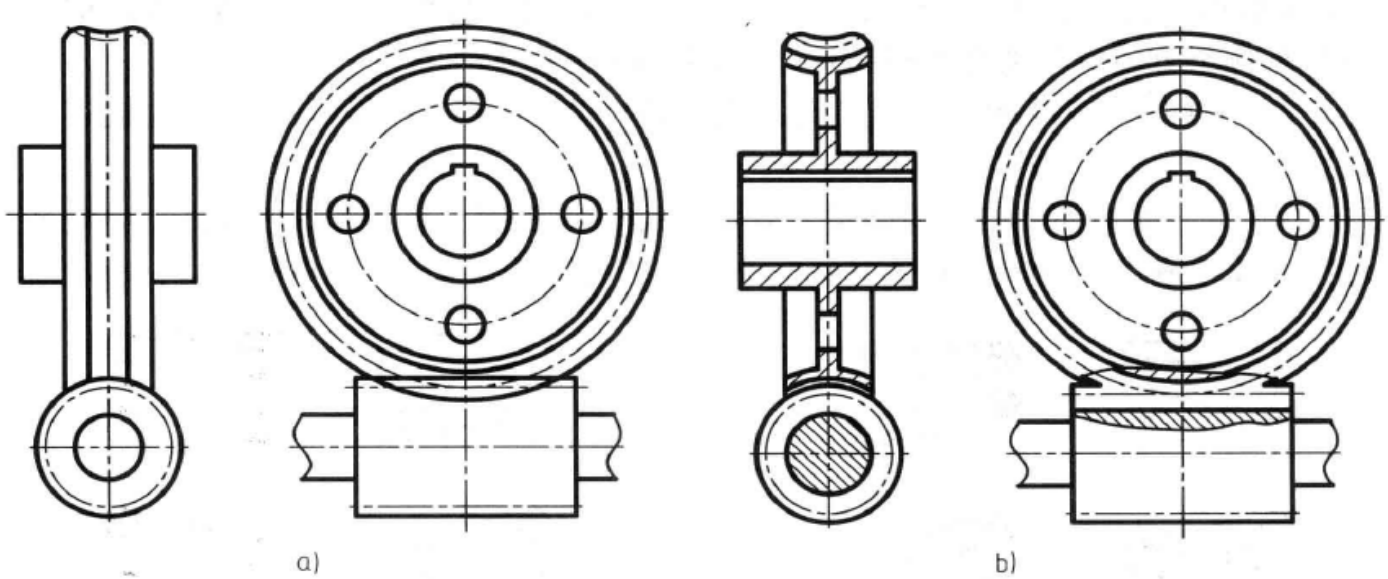


图 4-30　蜗轮、蜗杆啮合的正确画法

图 4-31a 的错误是没将左视图中啮合区内蜗轮的齿顶圆和蜗杆的齿顶线画出。图 4-31b 的错误是在全剖的主视图中，蜗轮剖了，而蜗杆没剖。

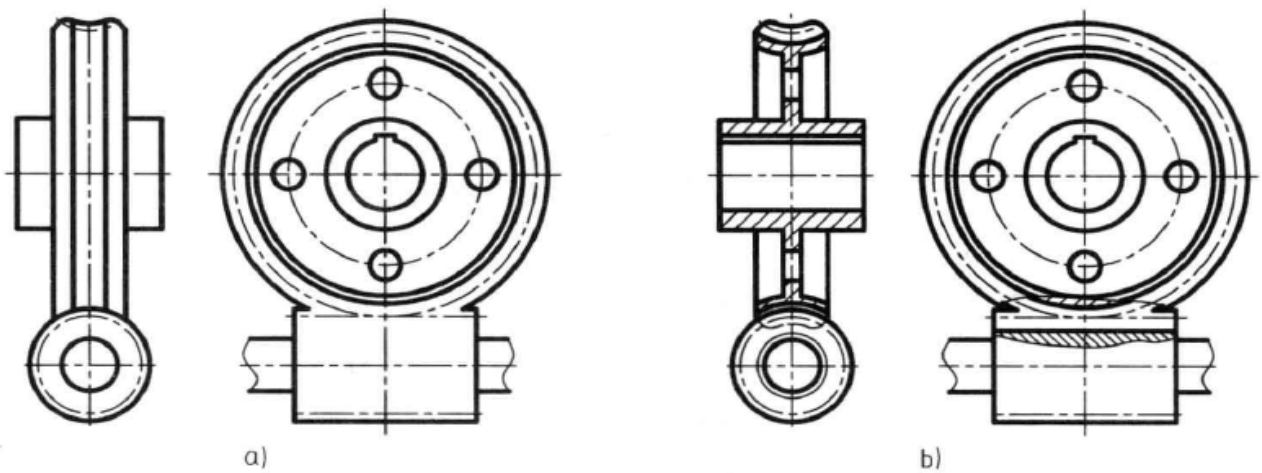


图 4-31 蜗轮、蜗杆啮合的错误画法

第五节 弹 簧

一、弹簧的基本知识

弹簧的种类和形式很多，最常用的有螺旋弹簧和涡卷弹簧。根据受力的不同，螺旋弹簧又可分为压缩弹簧、拉伸弹簧、扭转弹簧三种。下面介绍螺旋压缩弹簧的规定画法。

二、圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法

对于螺旋压缩弹簧的规定画法，国家标准有以下规定。

1）在平行于弹簧轴线的投影面的视图中，弹簧各圈的轮廓应画成直线，如图4-32a所示。也常采用通过轴线的全剖视表示（注意：剖切后弹簧在图上各圈的轮廓线的倾斜方向应与剖切前相反），如图4-32b所示。

2）螺旋压缩弹簧在图样上均可画成右旋。若是左旋弹簧，不论画成左旋还是右旋，一律要加注“左旋”字样。

3）有效圈在四圈以上的弹簧，允许每端只画两圈（不包括支承圈），中间各圈可省略不画，只画通过簧丝剖面中心的两条点画线。当中间部分省略后，也可适

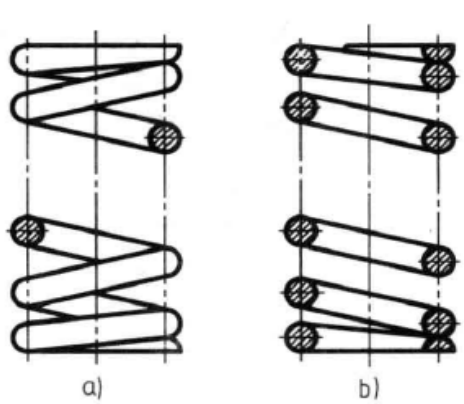


图 4-32 螺旋压缩弹簧的正确画法

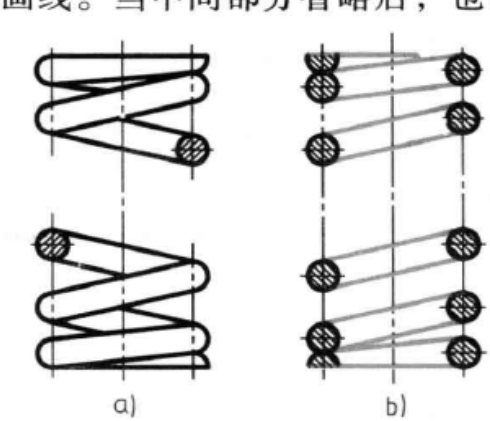


图 4-33 螺旋压缩弹簧的错误画法

当地缩短图形的长度，如图 4-32 所示。

4）螺旋压缩弹簧，如要求两端并紧磨平时，均按支撑圈为 2.5 圈绘制。

图 4-33a 的错误是，在螺旋压缩弹簧中间各圈省略不画时，通过簧丝剖面中心的两条点画线不连续，断开了。图 4-33b 的错误是，通过轴线全剖后的螺旋压缩弹簧，其各圈的轮廓线在图上的倾斜方与剖切前相同了。

第五章　零　件　图

零件图是表示单个零件的结构、尺寸以及技术要求的图样，是机械制造、检验的依据。

第一节　零件图的视图选择

绘制零件图的目的是将零件的结构形状完整、清晰地表达出来。绘制时，首先要确定零件图的表达方案，即要选择合适的零件摆放位置以及投射方向，在视图上采用适当的表达方法，并进一步确定合适的视图数量等。在确定表达方案时，要综合考虑制图简单、看图方便等因素。

一、主视图的选择原则

绘制零件图时，主视图的选择是首要的，也是最重要的。主视图的选择直接影响到零件主要结构的表达、整个表达方案的确定以及画图和读图的方便性等。

选择主视图时，主要从以下两个方面考虑。

1. 安放位置

零件的位置可分为两种：加工位置和工作位置。

（1）加工位置原则　以零件在机床上加工时的安放位置作为主视图摆放位置。主视图与加工位置一致，便于加工时图物对照。

（2）工作位置原则　以零件安装在机器中工作时的位置为主视图摆放位置。主视图与工作位置一致，便于机器组装时图物对照。对于复杂的零件来说，往往加工工序较多，不同的工序中，其加工时的安放位置也不同，这种零件往往采用工作位置原则。但如果零件在机器中处于倾斜状态，这时就应考虑其自然摆放的位置。

2. 投射方向

选择主视图的投射方向时，应将最能反映该零件形状特征的视图作为主视图，即将零件主要结构的形状及其相对位置反映得最明显的方向作为主视图的投射方向。

二、各类典型零件的主视图选择

1. 轴类零件

轴类零件的主要结构是共轴线的回转体。轴类零件的加工主要在车床上完成，因此，选择主视图时，应使视图与零件在车床上的加工位置一致，即将它们水平放置，轴线侧垂。

轴类零件一般只需要一个基本视图，适当以局部剖视、断面图及局部放大图等

表达局部或细部结构。

图 5-1 所示为某轴类零件。选择 *A* 向作为主视图的投射方向，所绘视图如图 5-2a 所示，该视图符合轴类零件的加工位置，加工过程中看图方便；轴的各段长度、轴上键槽形状和位置能直接在主视图上反映出来；孔的形状虽然看不到，但可以通过局部剖视图以及尺寸标注来表达清楚。选择 *B* 向作为主视图投射方向，所绘视图如图 5-2b 所示，与图 5-2a 相比，虽能看到孔的形状，但如果要表达该孔是通孔，需要另外用断面图；此外，键槽的形状未表达，作为主视图来说，图 5-2b 不如图 5-2a 好，因此主视图投射方向选择 *B* 向不如选择 *A* 向。若把轴垂直放置，所得视图见图 5-2c，由于不符合其加工位置，所以是错误的。该零件的完整表达可参见图 5-3。

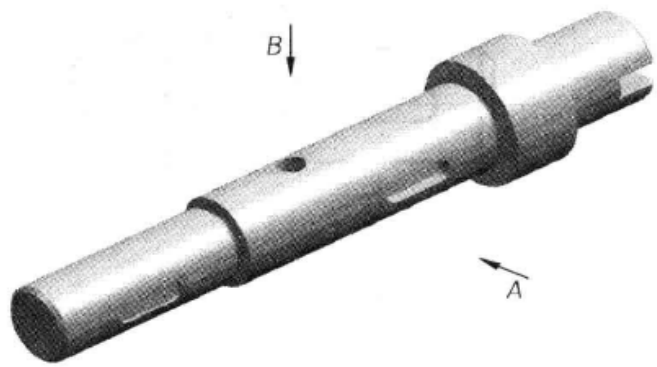


图 5-1　某传动轴

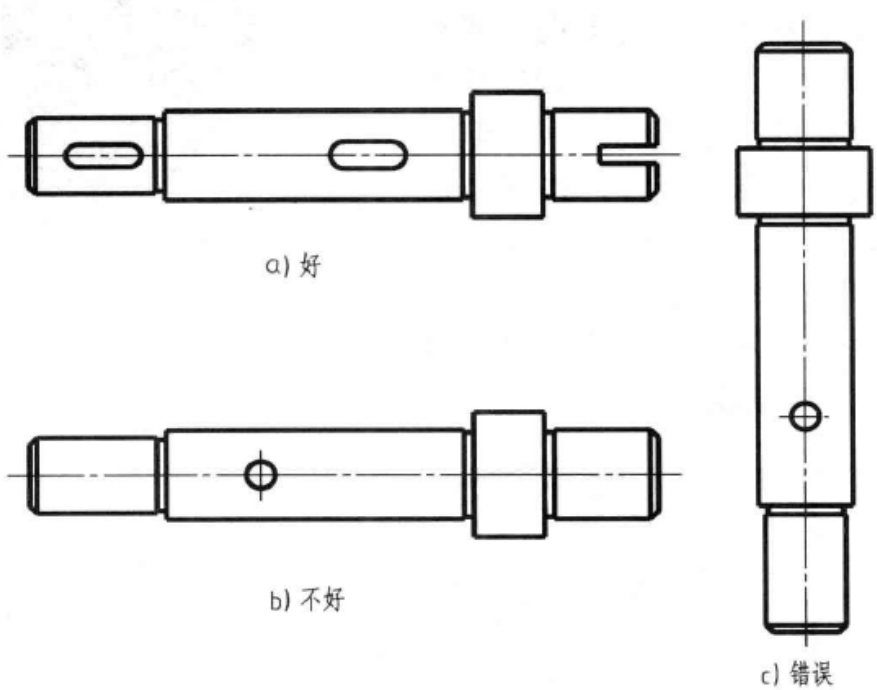


图 5-2　传动轴主视图的选择

2. 盘盖类零件

盘盖类零件主要包括各种手轮、带轮、法兰盘及端盖等。它们的结构特征通常也是共轴线的回转体，但长度较短。选择主视图时，也应按加工位置，将轴线侧垂放置。这类零件常有沿圆周分布的孔、槽和轮辐等，故还需选取左视图（或右视图）以表示这些结构的形状特征、数量和分布情况。所以盘盖类零件一般采用两个基本视图来表达。

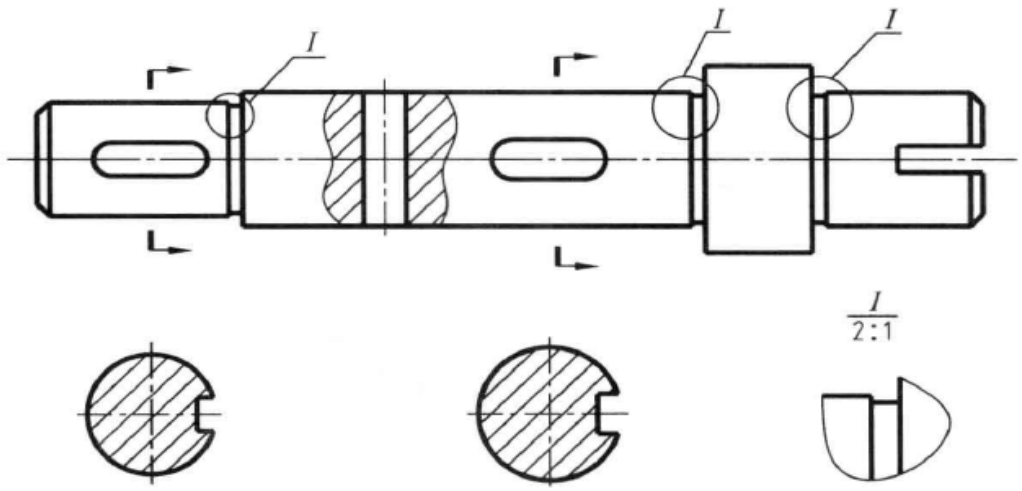


图 5-3 传动轴的表达方案

图 5-4 所示为某盘类零件。将 *A* 向作为主视图的投射方向，所得视图如图 5-5a 所示，符合零件的加工位置，通过采用适当的剖切，可以表达内部结构的部分特征。若选择 *B* 向作为主视图的投射方向，所得视图如图 5-5b 所示，虽然可以直接反映零件外形的某些特征以及小孔的分布，但对零件的主要结构——内孔而言，并不是最好的；此外该方向不符合加工位置原则，因而该方案不如图 5-5a。把零件的轴线铅垂放置，如图 5-5c 所示，虽然符合零件的自然安放位置，但与加工位置和工作位置都不符合，所以是错误的。

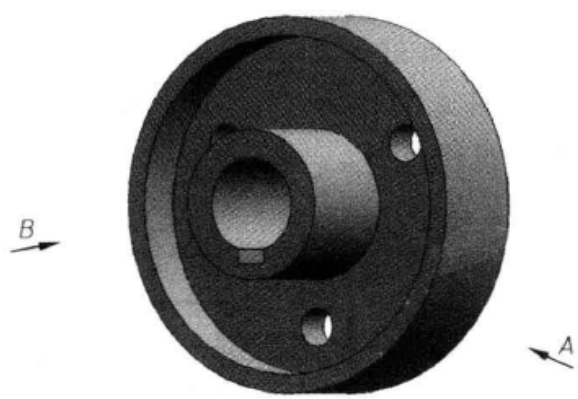
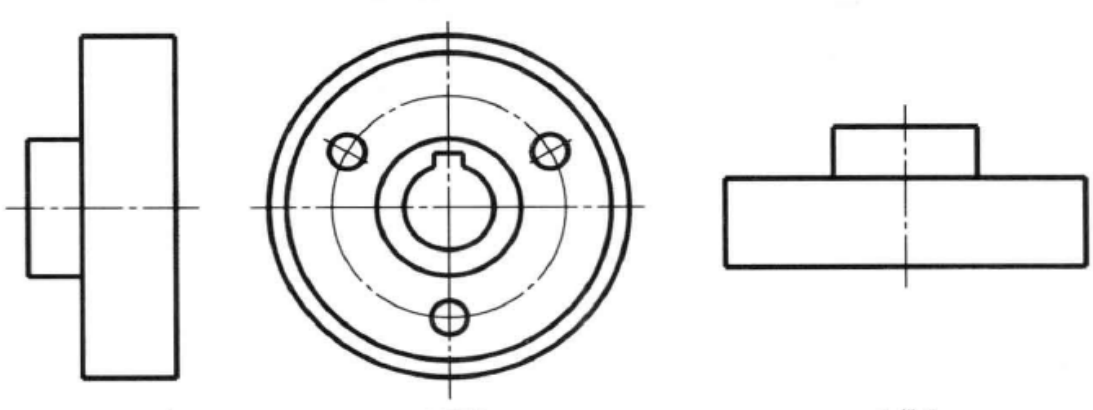


图 5-4 盘类零件



a) 正确　　b) 不好　　c) 错误

图 5-5 盘类零件的主视图选择

该零件的完整表达方案可参见图 5-6，以 *A* 向作为主视图的投射方向，主视图采用全剖，表达内部通孔、键槽深度、左右两侧内凹的圆柱孔（不是通孔）。用左视图表达外形——圆柱体，以及三个小圆孔的形状及分布。

3. 叉架类零件

叉架类零件的结构形状比较复杂，常带有倾斜或弯曲的结构，通常以其工作位置作为主视图的安放位置。叉架类零件常需要两个或两个以上的基本视图。

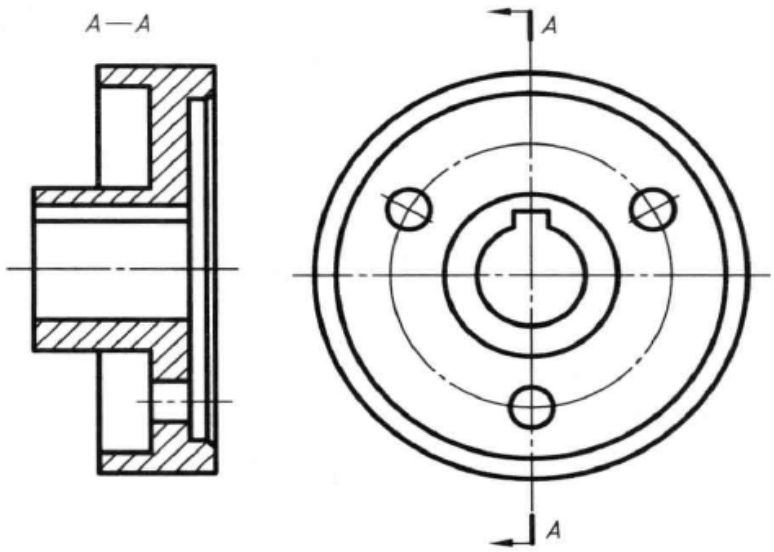
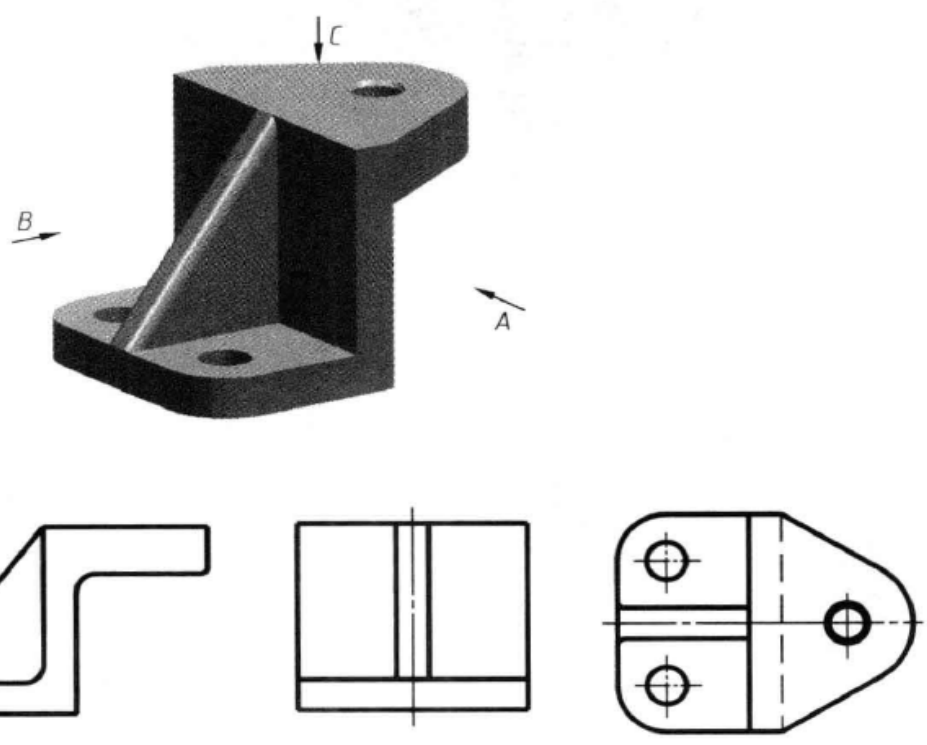


图 5-6　某盘类零件的表达方案

图 5-7 为低速滑轮支架。图示位置为零件的工作位置。选择 *A* 向作为投射方向，得到的主视图如图 5-7a 所示，能看到支架主体结构的相互位置关系，还能反映支架上肋板的形状，通过适当的剖切，还可以反映内孔结构。选择 *B* 向作为投射方向，得到的主视图如图 5-7b 所示，很显然，在表达零件结构特点方面，它不如 *A* 向。若选择 *C* 向作为投射方向，得到的主视图如图 5-7c 所示，虽然表达了零件上、下结构板的形状，但各结构间相互位置关系没有得到很好地表达，这点不如 *A* 向得到的视图，并且该方向既不符合工作位置原则，也不符合加工位置原则，故是错误的。该零件的完整表达方案可参见图 5-8。



a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 5-7　低速滑轮支架的主视图选择

4. 箱体类零件

箱体类零件包括机座、箱体或机壳等。这类零件通常带有空腔，空腔包容着其他零件，如传动件、支承件等。箱体零件的结构一般比较复杂，加工工序较多，零件在不同的加工工序中被装夹的位置也不一样，因此箱体类零件主视图的选择一般遵循于工作位置原则，投射方向的选择应综合考虑两个因素：零件主要结构的形状特征以及各结构间的相互位置关系。

图5-9a为某小型电动清污车。箱体上有包容了其他零件的空腔，是箱体上的主要功能结构，车厢内包容了齿轮、轴等零件。图5-9b所示为车厢箱体，图中位置为其工作位置，图5-9c是小车箱体的自然放置状态之一。

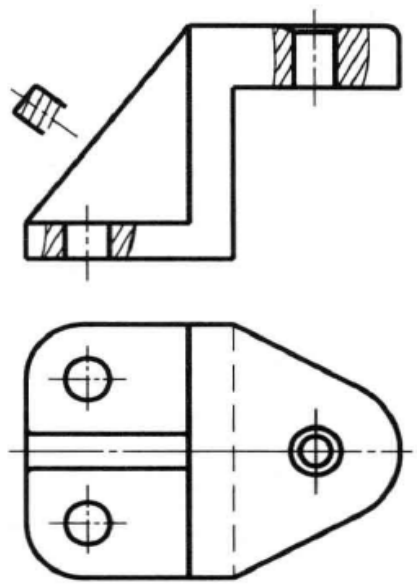
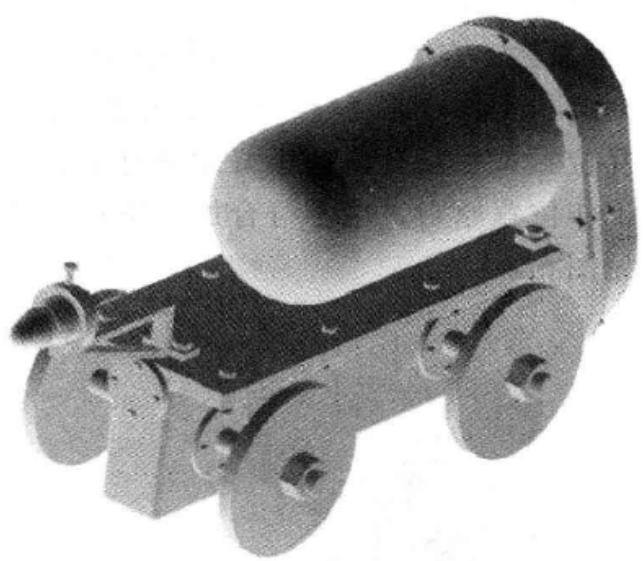
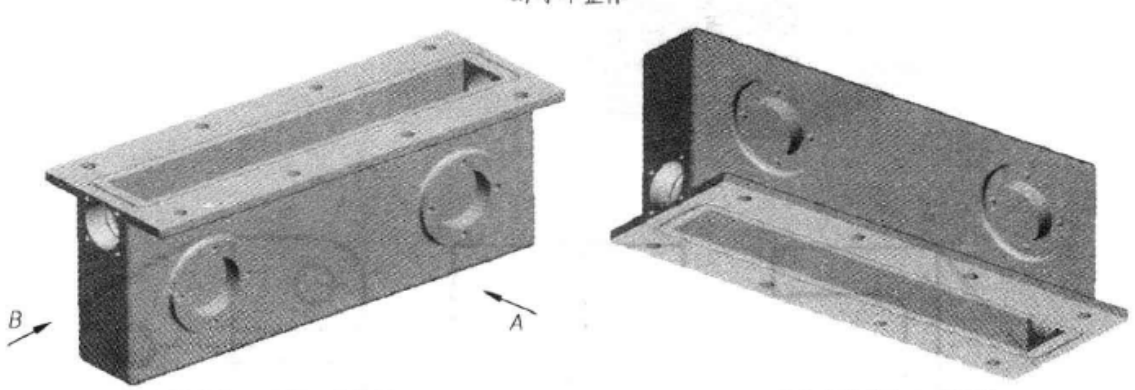


图5-8 低速滑轮支架的表达方案



a) 小车整体



b) 小车箱体装配后的工作位置　　c) 小车箱体的自然放置

图5-9 小型清污车及其箱体结构

遵循工作位置原则，有前后左右四个方向可供选择。对于此零件来说，从左右

方向投射，所得视图没有差别；从前后方向投射，所得视图差别也不大。因此这里只比较 *A* 向与 *B* 向。以 *A* 向为投射方向，得到主视图如图 5-10a；以 *B* 向作为投射方向，得到主视图如图 5-10b。很明显，就外形来说，图 5-10a 比图 5-10b 对零件形体特征表达的内容更多一些；对于空腔的表达，在图 5-10a 上采用适当的剖切的效果也比在图 5-10b 上作剖切更好。因而主视图投射方向选择 *A* 向比 *B* 向好。

如果以自然放置位置考虑，得到的主视图如图 5-10c。虽然该视图表达的内容与图 5-10a 一样，但它不符合工作位置原则，故不选用。

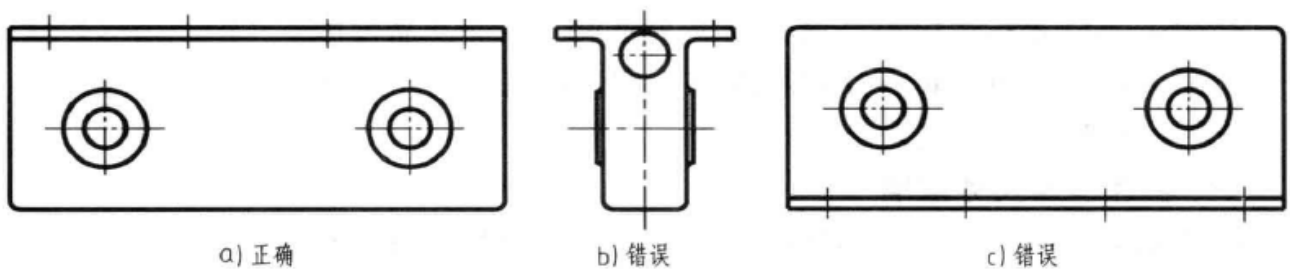


图 5-10　箱体零件的主视图选择

该箱体的完整表达可参见图 5-11，主视图表达了箱体外形的正面及其上的两孔，并通过两个局部剖表达了内部左右两侧的轴孔及左右壁的壁厚。左视图表达箱体侧面形状，采用阶梯全剖表达了零件空腔深度和宽度、前后壁的壁厚及壁上的孔、板上的连接孔。俯视图为外观图，直观地表达了箱体连接端面的形状特征以及连接孔的分布。

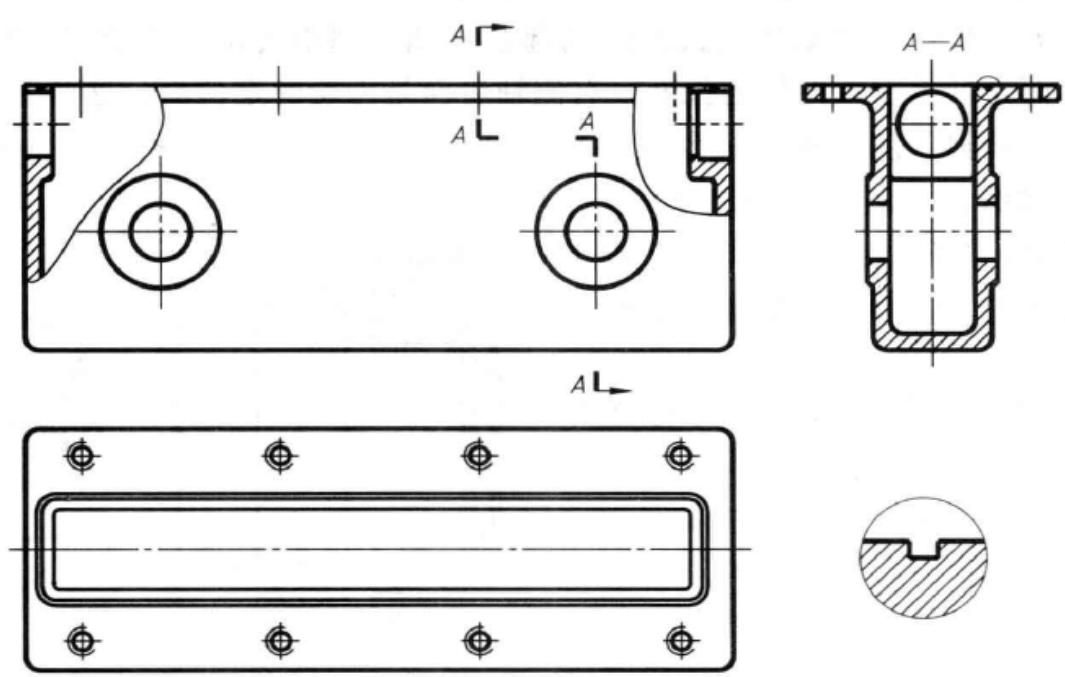


图 5-11　箱体零件的结构表达

第二节 零件图的尺寸标注

在零件图上，视图只能表达零件的结构形状，零件各部位的大小是由所标注的尺寸来确定的。零件图上的尺寸是制造、检验该零件的重要依据。零件图上的尺寸标注必须正确、完整、合理、清晰。

正确——尺寸标注的形式应符合国家标准的基本规定。

完整——所标注的尺寸应做到不重复、不遗漏。

合理——尺寸标注应符合设计及工艺要求，保证产品性能。

清晰——尺寸应尽量标注在视图外，配置醒目，便于看图。

合理标注尺寸要注意如下几个方面。

一、合理选择尺寸基准

尺寸基准是所标注尺寸的起点，基准可分为两类：设计基准与工艺基准。

设计基准——是设计零件时，为保证功能实现、确定零件在机器中准确位置的基准。

工艺基准——制造过程中，为保证加工精度或便于加工、装配和测量而选定的基准。

基准一般为零件上的一些线和面。线基准通常为零件上孔或轴的轴线、对称中心线；面基准通常为零件上比较大的加工面、与其他零件的结合面、零件的对称平面、重要端面和轴肩等。

1. 优先考虑以设计基准作为尺寸标注的基准

例 5-1 图 5-12 为某传动机构的局部装配图，图中传动轴上直径 $\phi25$ 的轴段左侧轴肩面为轴承在轴向的定位面，右侧轴肩面是齿轮的定位面，这两个面都是重要表面，是该轴长度方向的两个设计基准。因为轴承、齿轮、弹性挡圈等零件安装在轴上，与轴相配合，即轴与轴承孔和齿轮孔均应同轴，故轴线是径向基准。

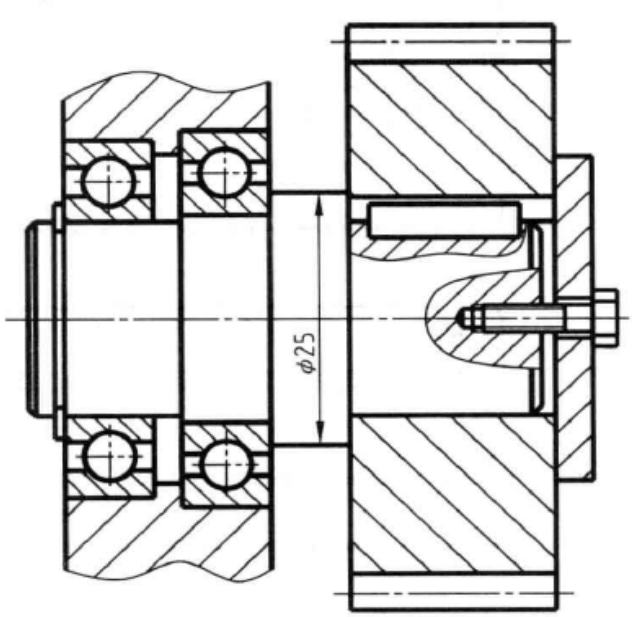
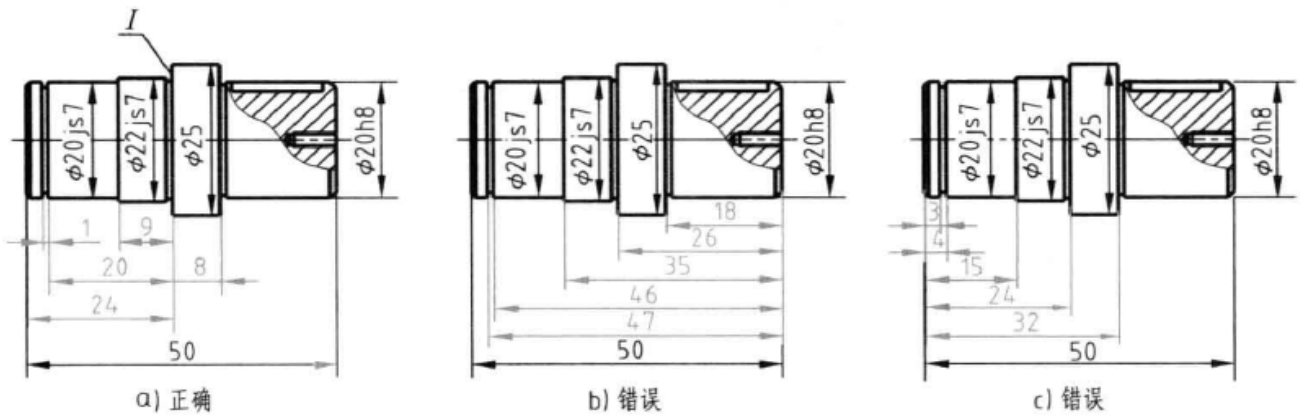


图 5-12 某传动机构的局部装配图

图 5-13 为该传动轴的尺寸标注方案。图 5-13b 以轴的右端面作为尺寸标注的基准，图 5-13c 以轴的左端面为尺寸标注的基准。左右两端面均不是定位面，因此尺寸标注基准选择错误。正确标注如图 5-13a 所示，以左端轴肩面为长度方向的主要基准 I，右端标注尺寸 8 确定右端轴肩的位置，左端标注尺寸

9、20、24，通过尺寸 24 确定轴左端面的位置，并以此为辅助基准标注尺寸 50 确定轴的右端面以及轴的总长度。



a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 5-13　传动轴的尺寸标注方案

2. 适当考虑工艺基准

在不影响零件在产品中准确定位以及零件功能实现的情况下，可以适当考虑以工艺基准作为零件尺寸标注的基准。

图 5-14 所示为某销轴的加工示意图。该零件毛坯为棒料，在车床上加工，各轴向尺寸的加工均在一次装夹中完成。加工顺序参见图上标示的数字。从图中可以看出，车刀在轴上每一次车削的最终位置都是以右端面为起点确定的，因此该端面是该零件在轴向的工艺基准。切断端为其加工中最后的工步，不是工艺基准。

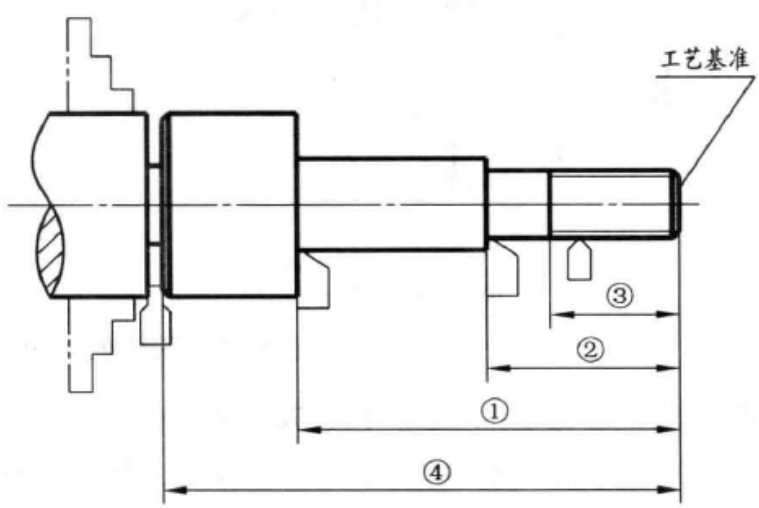
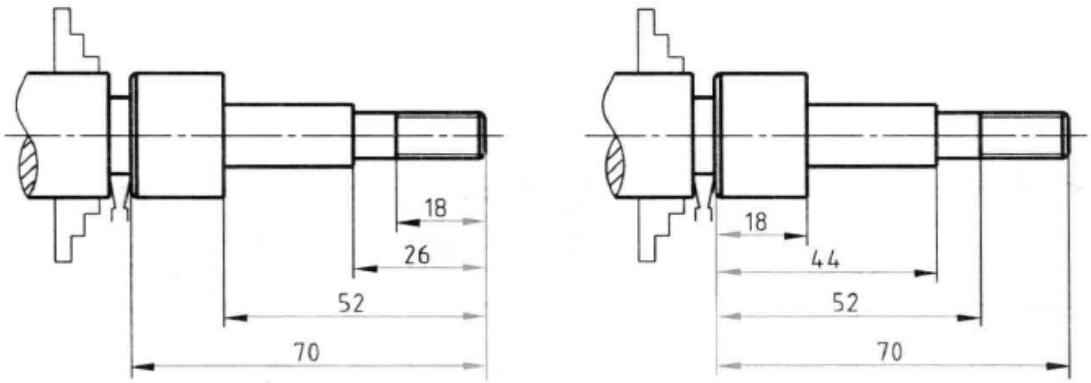


图 5-14　销轴的加工示意图

在图 5-15b 中，轴向尺寸以切断面作为基准标注是错误的；图 5-15a 中尺寸基准的选择符合加工工艺性。

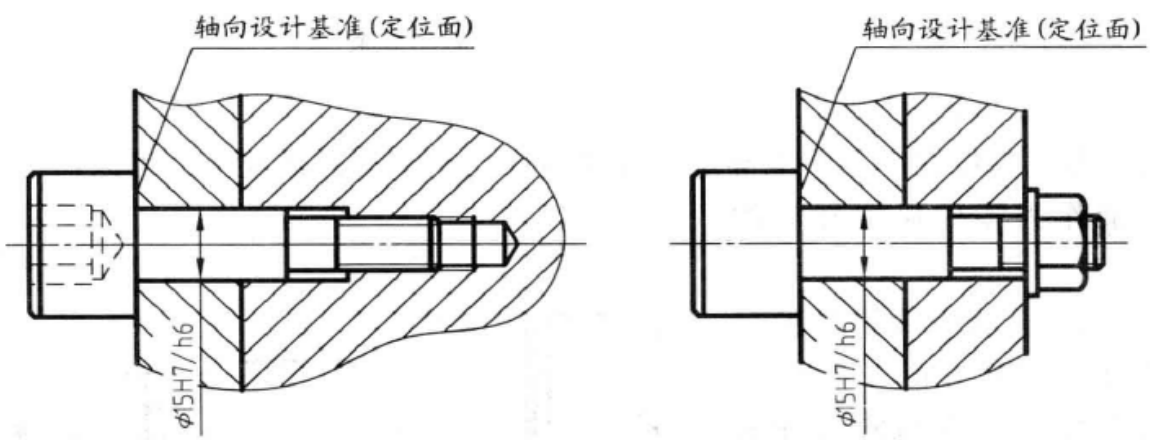
图 5-16 所示为两种机械结构的局部装配图。这两种结构中都用销轴来实现零件间的定位和紧固。销轴的 φ15h6 轴段实现径向和高度定位，大头轴肩的端面实现零件在长度方向的定位，是长度方向的设计基准。根据零件的使用状况，大头轴肩端面与 φ15h6 轴段的中心线应有垂直度要求，而 φ15h6 轴段的长度、螺纹长度等尺寸则不必有特别精确的要求。

图 5-17 为该销轴的尺寸标注示例。图 5-17a 所示的标注中，考虑到零件各结构的作用，轴向尺寸基准选择了设计基准，标注尺寸 26、52，以轴的右端面工艺



a) 符合工艺性　　b) 不符合工艺性

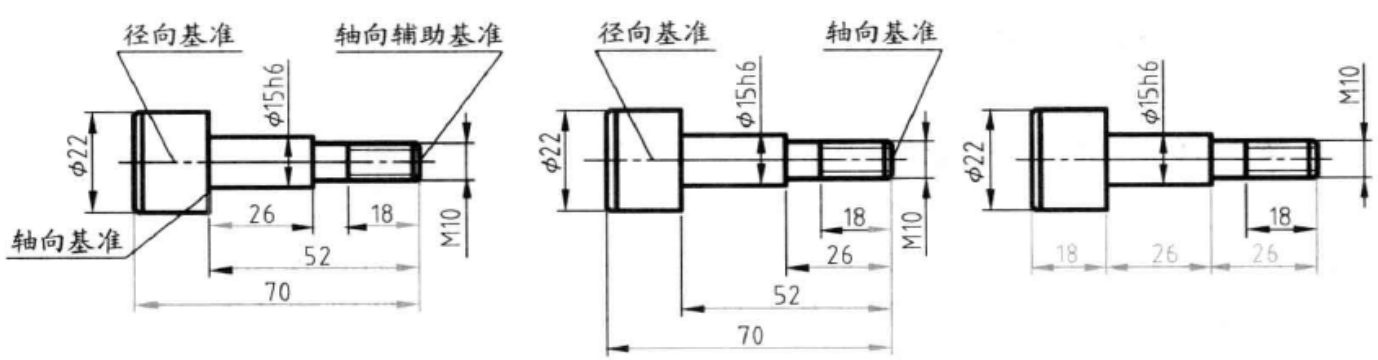
图 5-15　销轴长度方向基准的选择



a)销轴应用示例一　　b)销轴应用示例二

图 5-16　销轴的应用装配图

基准为辅助基准标注尺寸 18、70，符合尺寸基准的选择原则。图 5-17b 所示的标注中，选择工艺基准作为轴向的尺寸基准，标注所有尺寸，虽不符合尺寸基准的选择原则，但由于在实际使用中对 ϕ15h6 轴段的长度尺寸并没有较高的要求，这样标注并不影响该零件的使用，因此也是可行的。图 5-17c 所示的尺寸标注中，轴向基准不明确，既不符合设计基准，又不符合工艺基准，尺寸的标注散乱，是错误的。



a) 正确　　b) 正确　　c) 错误

图 5-17　销轴的尺寸标注

二、标注尺寸的要点

标注零件图中的尺寸时，首先应对零件各组成部分的结构形状、作用等进行分析，了解哪些是影响零件精度和产品性能的重要尺寸。

1. 零件上的重要尺寸直接标注

零件上的配合尺寸、安装尺寸、特性尺寸等属于重要尺寸。这样的尺寸应直接标注，这样在生产过程中该尺寸只存在一次加工误差，尺寸精度易于保证，进而能保证机器的装配质量。

如图 5-18a 所示为导轨与导槽的装配结构，工作过程中，要求零件 1 沿零件 2 的导轨滑动时，左右不能松动、右侧面应对齐。分析：零件 1 沿零件 2 的导轨滑动，即两零件的相对位置关系是依靠导轨来确定的，因此导轨尺寸必须直接标注；又因为要求两零件右端对齐，所以导轨到右端的距离也应该直接标注，因此图 5-18b的标注是正确的。图 5-18c 的错误在于没有充分考虑两零件右端对齐的要求，右端位置没有直接从基准标注；图 5-18d 的错误在于零件 2 上没有直接标注导轨的尺寸，而是通过尺寸换算 $A-C-D$ 间接得到，这意味着 A、C、D 这三个尺寸的加工误差都会影响到导轨的精度，不利于保证导轨的精度。

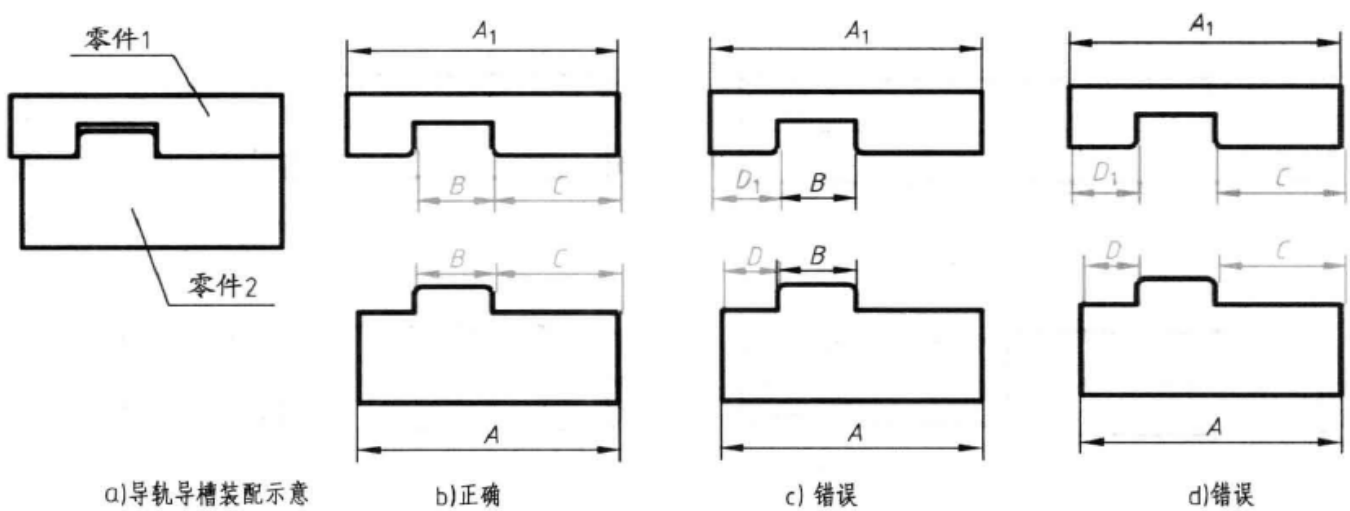
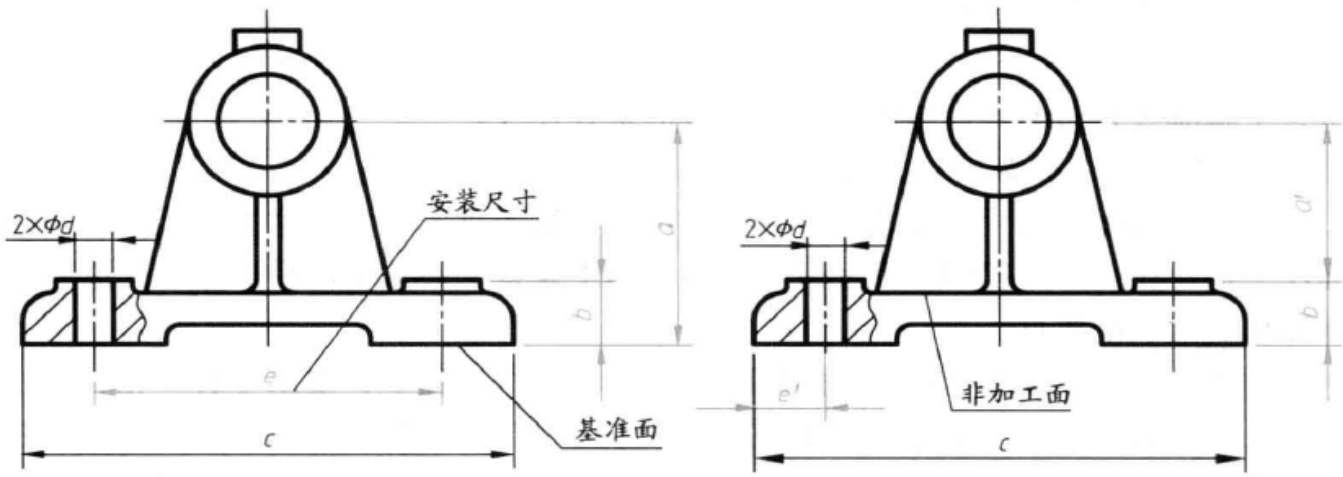


图 5-18　重要尺寸直接标注示例一

图 5-19 为某轴承座的零件图。底面为高度方向的基准，左右对称线为其长度方向的尺寸基准。分析：该零件为轴承座，轴承安装在中间的孔中，因此该孔是轴承座上的主要功能结构，它的定形尺寸以及定位尺寸 a 应直接标注；此外，轴承座底板上的孔为安装孔，要求被安装的零件在相对应的位置有相同的结构，才能实现用螺栓联接完成安装，因此这两个安装孔的间距 e 要直接标注。图 5-19b 中的错误在于：轴承孔的高度不是直接标注，而是通过 $b+a'$ 间接得到的，不妥；并且在加工中，尺寸 a' 不便于测量，加工精度难以保证；此外底板上安装孔的间距没有直接标注。正确标注如图 5-19a 所示。

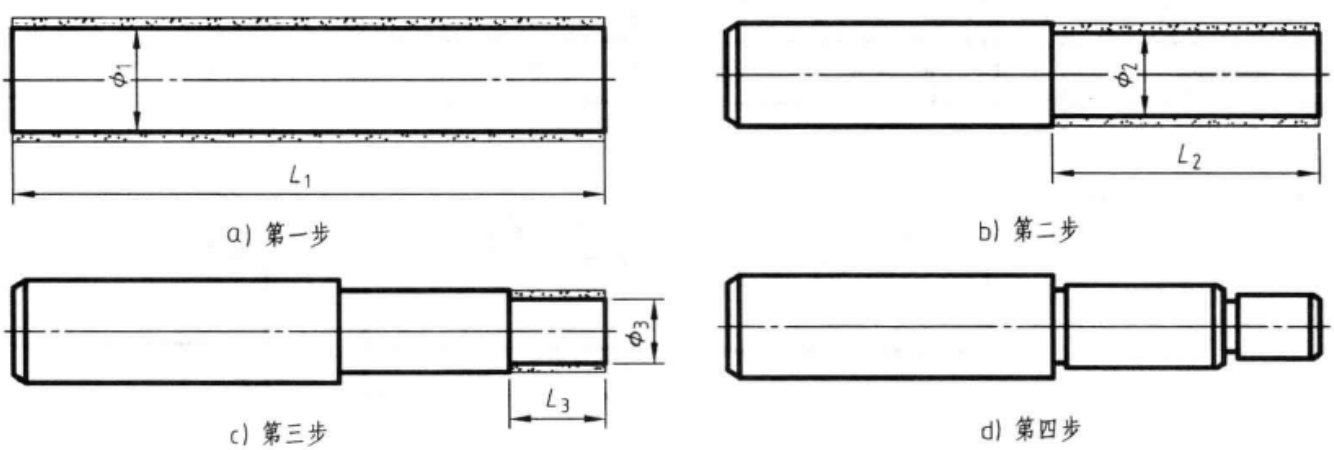


a) 合理　　b)不合理

图 5-19　重要尺寸直接标注示例二

2. 标注尺寸要符合加工顺序和便于测量

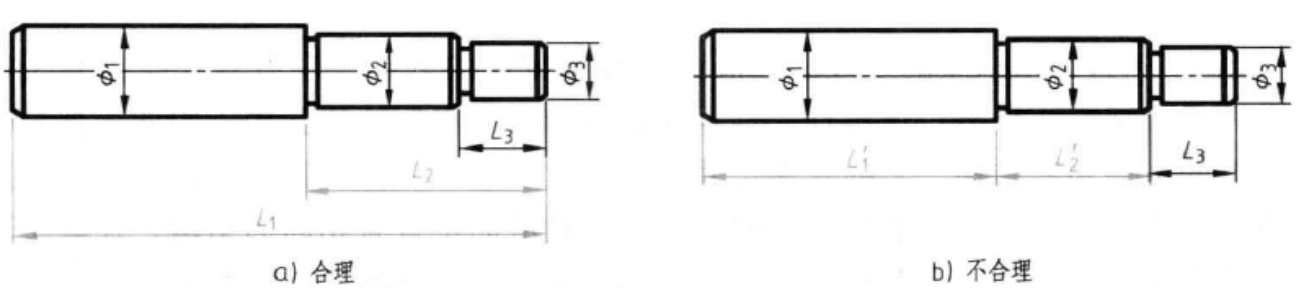
图 5-20 为某轴类零件的加工工序图，图 5-20a、b、c、d 顺序所示依次为该零件的加工顺序。图 5-21 为该零件的尺寸标注方案。图 5-21a 的尺寸标注既符合加工顺序，又便于测量各部位的尺寸，合理；图 5-21b 的尺寸标注既不符合加工顺序，也不便于测量，不合理。



a) 第一步　　b) 第二步

c) 第三步　　d) 第四步

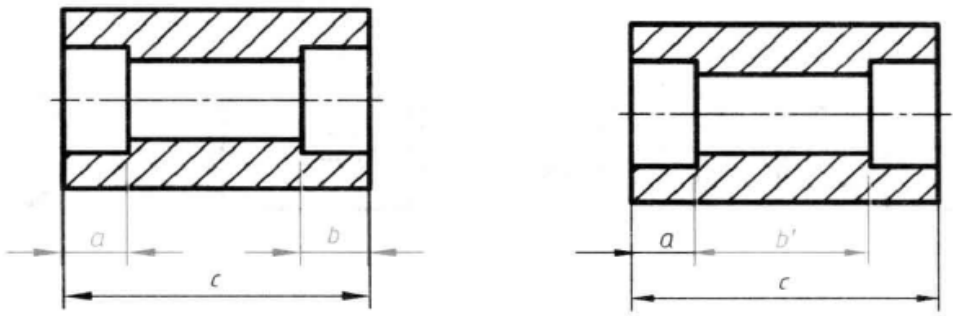
图 5-20　某轴的加工工序图



a) 合理　　b) 不合理

图 5-21　标注尺寸要符合加工顺序

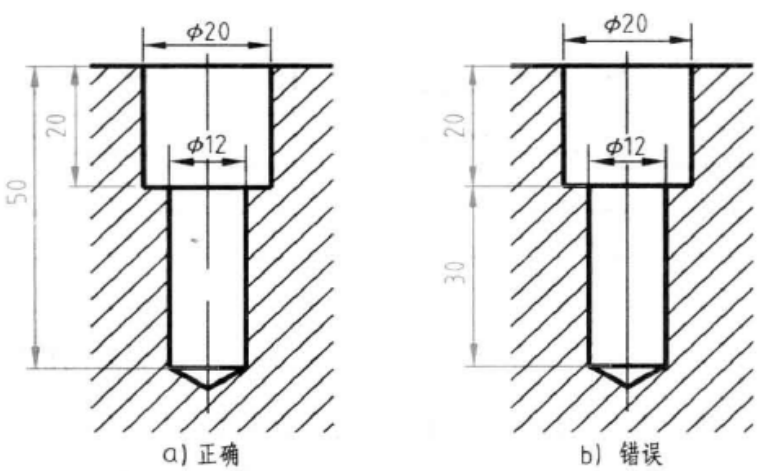
图 5-22 为某套筒类零件的尺寸标注方案。在图 5-22a 中，尺寸 a 和 b 便于测量；而在图 5-22b 中，尺寸 b' 难以直接测量，不合理。



a) 合理　　b) 不合理

图 5-22　某套筒零件的尺寸标注

图 5-23 为钻孔结构，钻孔深度直接标注。图中阶梯孔结构的加工顺序是：首先钻 ϕ12 的孔，钻孔深度 50cm；然后钻 ϕ20 的孔，钻孔深度 20cm。图 5-23a 所示的标注是合理的。图 5-23b 所示的标注中，ϕ12 的孔深 30cm 不便测量，因此不合理。



a) 正确　　b) 错误

图 5-23　零件上阶梯孔的尺寸标注

图 5-24 所示为键槽尺寸的标注。图 5-24a 是常见的键槽标注方式，它没有直接标注键槽半圆的圆心，加工时不便于刀具的定位，但直接标注了键槽长度 24cm、键槽的定位尺寸 21cm，便于测量。半圆的半径由键宽决定。

铣削键槽时，通常需先确定键槽半圆的圆心位置，钻一个直径略小于键宽的孔，便于轴向进刀。图 5-24b 所示的标注方式充分考虑到这个加工特点，因此标注了刀具的中心位置，两端半圆只标注了 R，而未注写具体数字。这种标注方式符合加工工艺过程，故有些企业会采用。但键槽长度 16cm、定位尺寸 25cm 无法直接测量，需要进行换算。图 5-24c 标注了键槽两端圆弧的半径 $R4$，该尺寸与键宽宽度 8cm 重复，故是错误的。图 5-24d 中，未直接标注键槽两端圆弧的中心（即刀具的中心），不便于加工时刀具定位；且尺寸 16 不能直接测量，故不合理。

3. 避免封闭的尺寸链

图 5-25 为某轴的尺寸标注。在图 5-25c 中，尺寸 A、B、C、L 首尾相接，形成了封闭的尺寸链，是错误的。有些尺寸是在加工中自然得到的，如尺寸 $C = L - A - B$，只要 L、A、B 三个尺寸加工确定，C 也随之确定。对于这样在加工中无法直接控制的尺寸进行标注是不合理的。图 5-25b 中，对尺寸 C 加了括号，表明尺寸 C 为参考尺寸，这样的标注是允许的。因此，图 5-25a 和图 5-25b 的标注均为正确的。

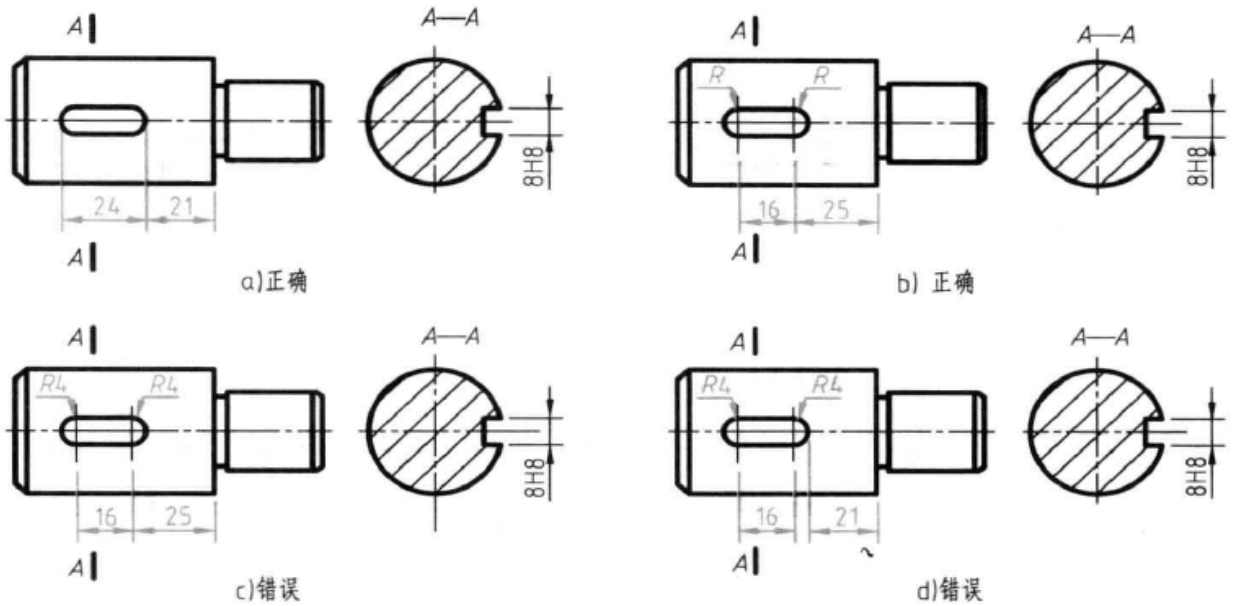


图 5-24 键槽的尺寸标注

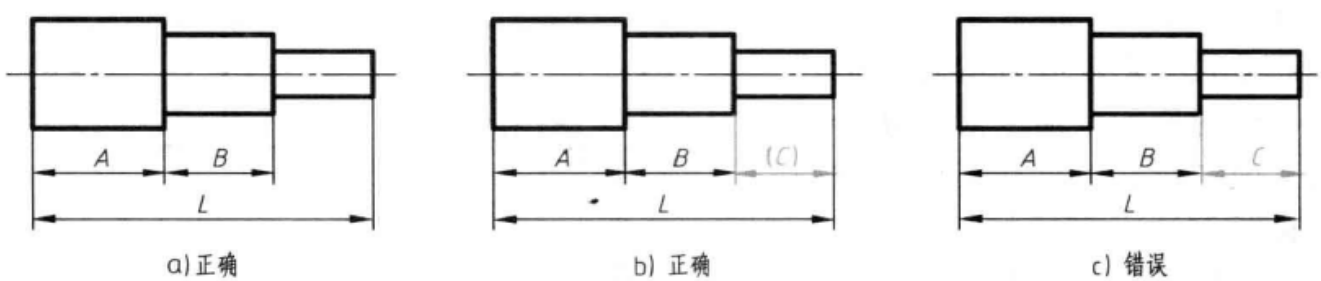


图 5-25 避免封闭的尺寸链

尺寸链中不标注的尺寸称为开口环，开口环应该是尺寸链各尺寸中最不重要的。在图 5-26 所示的零件中，凹槽为导槽，有配合要求，是重要的功能结构，其尺寸应该直接标注。但图 5-26b 中导槽宽度和深度都未直接标注，是错误的。正确标注如图 5-26a 所示。

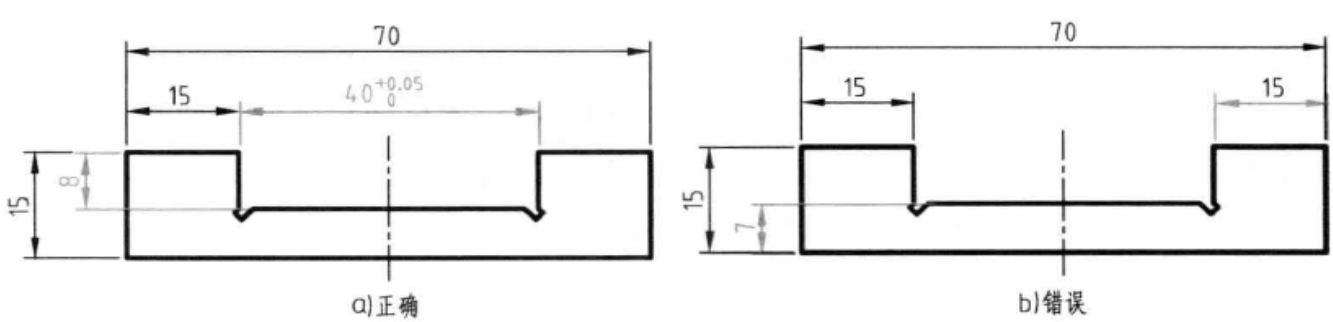


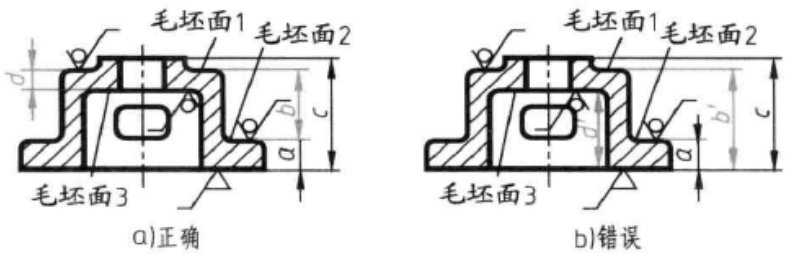
图 5-26 最不重要的尺寸作为尺寸链中的开口环

4. 毛坯面之间的尺寸一般应单独标注

零件铸造后，有些表面不会在机床上进一步加工，俗称毛坯面。毛坯面之间的尺寸是靠制造毛坯时保证的，而不是由机械加工保证，因此毛坯面之间的尺寸一般

应该单独标注。

如图 5-27 所示的零件，有三个毛坯面，底面为加工面。图 5-27b 将这三个面与底面之间均标注了尺寸，分别是 a、b'、d'。而实际加工时，同时保证尺寸 a、b'、c 和 d' 是不可能的。因此这种标注是错误的。正确注法如图 5-27a 所示，毛坯面间的尺寸 d 和 b 直接单独标注。



a)正确　　b)错误

图 5-27　零件上毛坯面之间的尺寸标注

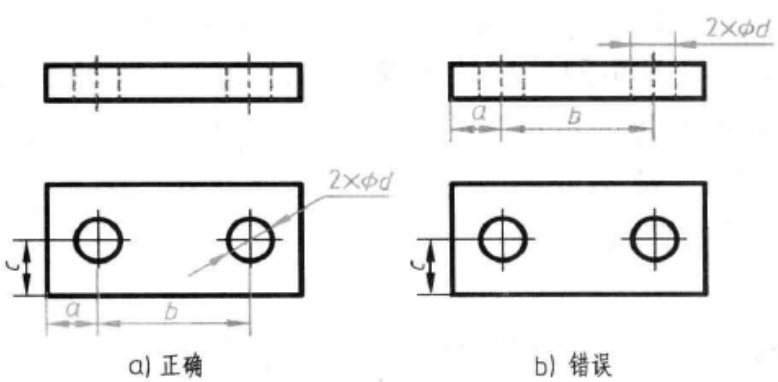
三、尺寸在图上的标注位置与布置

1. 尺寸应标注在反映相关结构最清晰的视图上

在零件图上，零件各结构的位置、形状等均需由所标注的尺寸来准确表达。为便于看图，标注时应尽可能将尺寸标注在反映该结构最清晰的视图上，同一结构的尺寸应尽可能集中标注。

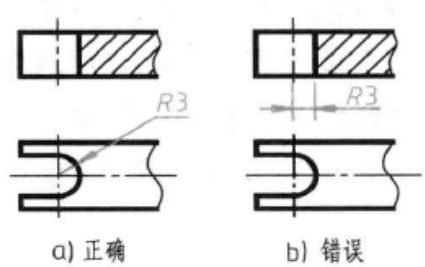
图 5-28 所示为一平板零件，其上有两个通孔。图 5-28b 中，孔的直径 ϕd 标注在主视图上，而主视图中，孔的投影不是圆，形体特征没有俯视图明显，并且它的投影还为细虚线，因此不合适。此外，孔的定位尺寸 a、b 与 c 分别标注在了两个视图上，不便于看图，不好。正确标注如图 5-28a 所示。

又如图 5-29 所示，零件上有一个通槽，该通槽右端为半圆形。图 5-29b 中，将半径尺寸标注在未反映其形状特征的主视图上，不妥。俯视图上，完整反映了通槽的形状，因此图 5-29a 所示的标注比图 5-29b 要好。



a) 正确　　b) 错误

图 5-28　同一结构的尺寸应集中标注



a) 正确　　b) 错误

图 5-29　尺寸应注在形状特征最明显的视图上

2. 零件内、外结构的尺寸分开排列

当零件内、外结构都有尺寸需要标注时，应按内、外之别将尺寸分别排列在图形的两侧，保证图面清晰，以免看图过程中将尺寸混淆，造成加工中的失误和损失。

图 5-30 所示的零件为阶梯轴上有阶梯孔。图 5-30b 中，将内部台阶孔的深度

尺寸 L_1 和 L_2 与外部台阶的轴向尺寸 A、B 和 C 全部标注在下方，图面不清晰，极易看错，标注不合理。正确标注应如图 5-30a 所示，将内部台阶的深度尺寸 L_1 和 L_2 标注在零件的上方，将外部台阶的轴向尺寸 A、B、C，标注在零件的下方。这样分类明确，并且图面清晰，显然比图 5-30b 要好得多。

四、其他注意事项

1. 正确标注倒角

由于零件上的锐角、毛刺容易伤人，加工中应去除它们。因此在零件的轴端、孔口以及两相交平面等易形成锐角处，常常加工出倒角，角度一般为 45°。对于 45°的倒角，旧标准采用“宽度尺寸 × 角度”的方式标注，如图 5-31a 中 0.5 × 45°。现已简化为“符号和宽度”的形式，如图 5-31b 中 $C0.5$，其中 C 表示 45°倒角，0.5 为倒角距离。请注意字母 C 要大写，图 5-31c 中把 $C0.5$ 中的字母 C 小写是错误的。

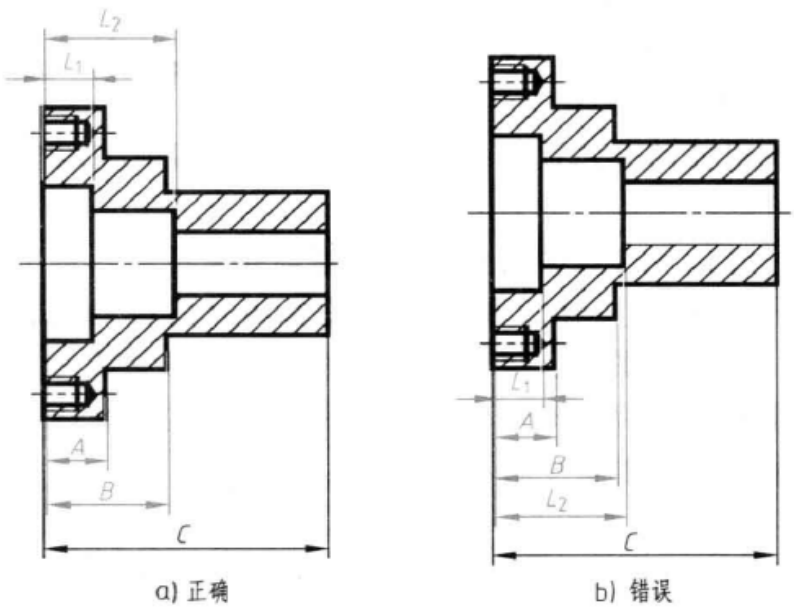


图 5-30 零件上内、外部结构尺寸分别标注在两侧

为了便于装配，有时零件上也需加工 30°或 15°等角度的倒角。如图 5-31 所示，该零件内孔的倒角角度为 30°，倒角距离 3mm。对于这类非 45°倒角，应分别注出其倒角角度和宽度。图 5-31a 直接标注倒角角度 30°，图 5-31b 则把倒角看作是圆锥面，标注圆锥度 60°，图 5-31a 与图 5-31b 都是正确的标注方式。需要注意的是：倒角角度转变为圆锥度时，圆锥度是倒角角度的两倍。图 5-31c 中，内孔的倒角标注成 $C3$，由于这里不是 45°倒角，故不可采用字母 C 的标注方式；图 5-36d 中 3 ×30°也是 45°倒角的标注方式，不能使用。

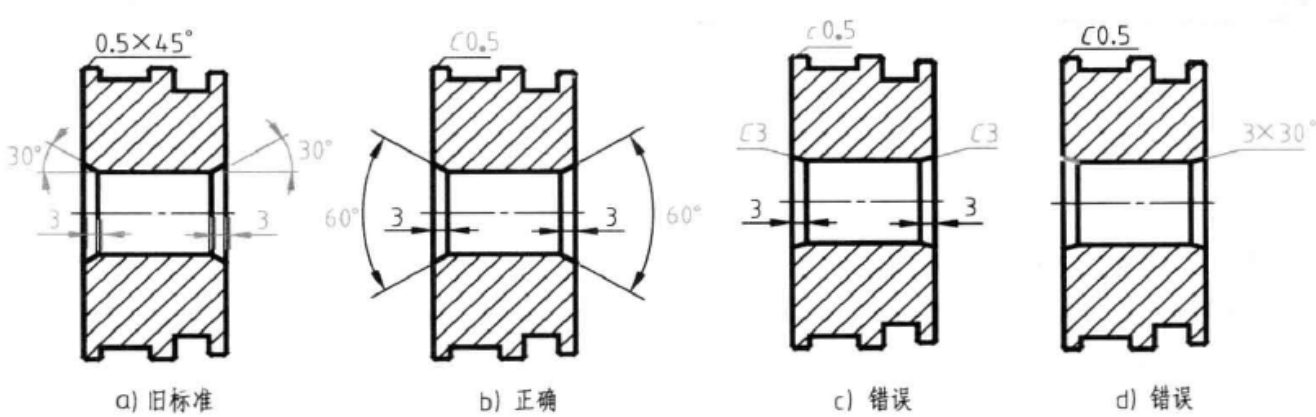
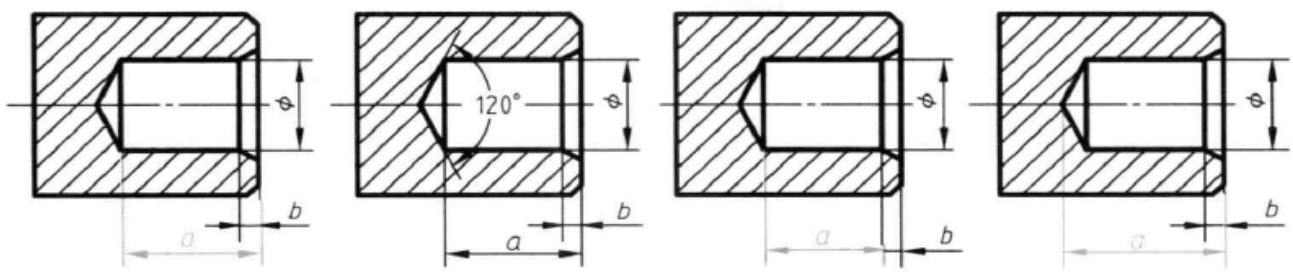


图 5-31 倒角的标注

2. 正确标注钻孔结构

钻孔结构上，孔底部有由钻头形成的120°锥角，钻头形成的120°锥角无需标注，且标注孔深时不计入锥角的尺寸，孔口的倒角尺寸应另行标注。

图5-32所示为钻孔结构的尺寸标注。图5-32b中标注了锥角120°，多余；图5-32c中孔的深度没有包括倒角的尺寸，是错误的；图5-32d中，将孔底锥角的深度包括在孔的深度尺寸中，也是错误的。正确标注方式如图5-32a所示。



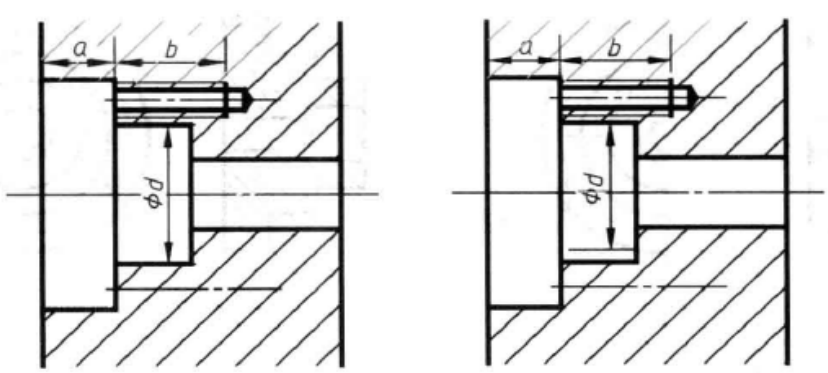
a) 正确　b) 错误　c) 错误　d) 错误

图5-32　钻孔深度的标注

3. 尺寸的数字不得与任何图线重叠

为保证图面清晰，少出误差，因此尺寸数字不得与任何图线重叠。当尺寸数字与图线重叠时，应将图线断开。

在图5-33b中，尺寸数字 a 和 b 与剖面线重叠，ϕd 被中心线通过，都是错误的；正确注法如图5-33a所示，将剖面线和中心线在尺寸数字处断开一小段。



a) 正确　b) 错误

图5-33　尺寸的数字不得与图线重叠

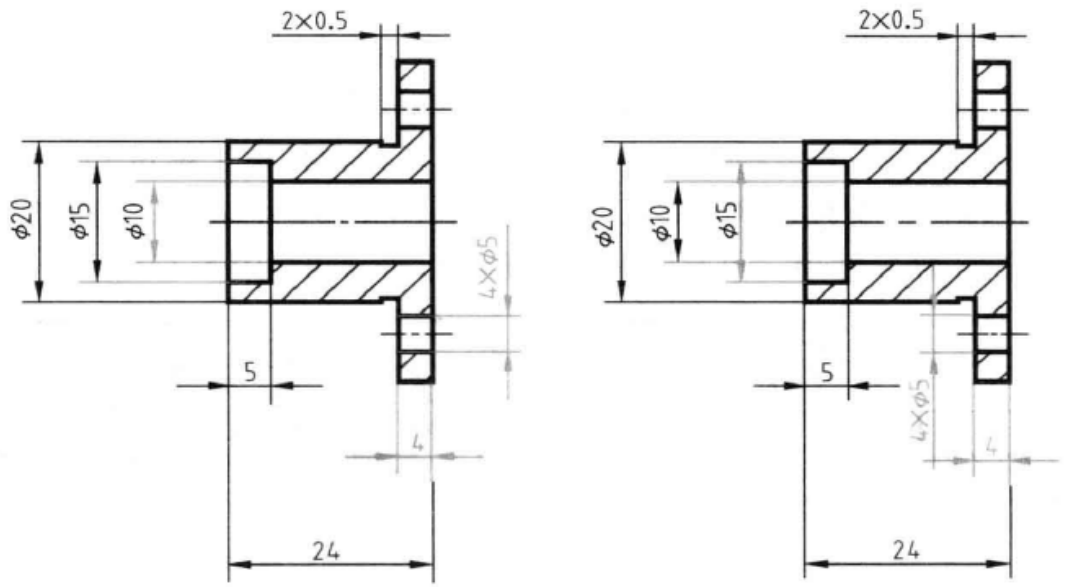
4. 避免尺寸线与尺寸界线相交

在标注尺寸时，应避免尺寸线与尺寸界线相交或尺寸线与尺寸线相交。

在图5-34b中，尺寸 $\phi15$ 的尺寸线与 $\phi10$ 的尺寸界线相交，尺寸4的尺寸线与 $4\times\phi5$ 的尺寸线相交，都是错误的。正确标注如图5-34a所示。

5. 多圆同轴心时尽量不要在投影为圆的视图上标注直径尺寸

在回转体类零件的图样上，常常会有许多同心圆。这类零件在标注尺寸时应当注意，同心圆上尽量少标注或不标注直径尺寸。若在密集的同心圆上分别标注各圆

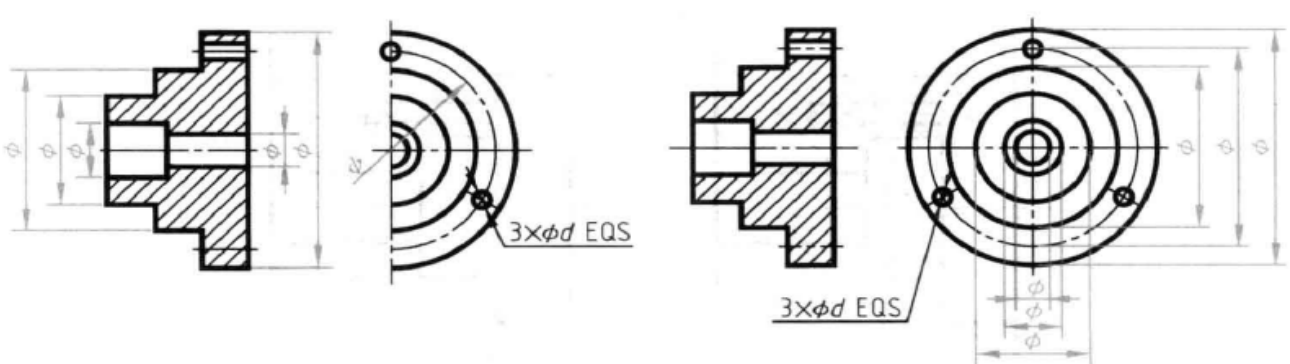


a) 正确　　b) 错误

图 5-34　避免尺寸线与尺寸界线相交

的直径尺寸，尺寸必定过于集中，影响视图的清晰。

图 5-35 所示就是此类零件。图 5-35b 中，在左视图上的同心圆一共标注了 6 个直径尺寸，使得该视图比较杂乱，这种标注不太合理；图 5-35a 则将各圆直径尺寸分别标注在剖视图与左视图上，整个图面比较清晰，不易出错，这种标注是合理的。



a) 合理　　b) 不合理

图 5-35　密集的同心圆直径尺寸的标注

第三节　零件图上尺寸公差与形位公差的标注

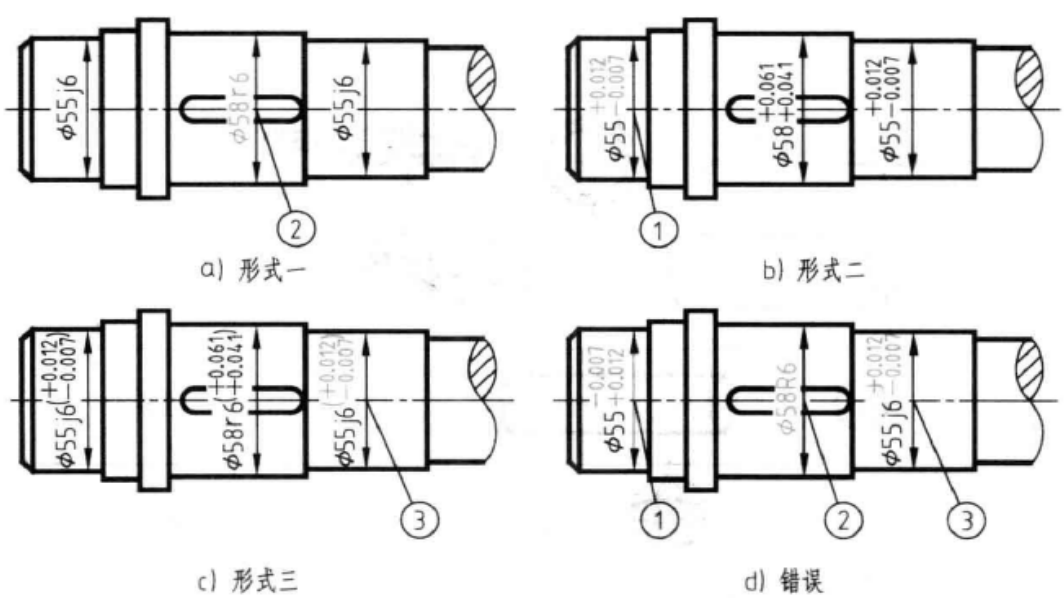
尺寸公差与形位公差代表着零件的精度等级，是检验的重要依据，也是零件图中的一项重要内容，因此正确标注尤为重要。

一、尺寸公差标注

尺寸公差由基本偏差和标准公差组成。基本偏差有 28 个等级，用字母来表示，

它确定公差带相对零线的位置；标准公差有 20 个等级，用“IT + 数字”表示，它确定了公差带的大小。公差可用公差带符号来表示，如图 5-36a 中 ϕ55j6，55 表示基本尺寸，j 表示基本偏差等级，6 表示标准公差等级，j6 即为该公差带代号，该公差的上偏差为 +0.012，下偏差为 -0.007。公差带在图上的标注有三种形式：①“基本尺寸 + 尺寸公差带代号”，如图 5-36a 所示；②“基本尺寸 + $\begin{matrix}\text{上偏差}\\\text{下偏差}\end{matrix}$”，如图 5-36b 所示；③代号和数值都写，即“基本尺寸 + 尺寸公差带代号 + $\left(\begin{matrix}\text{上偏差}\\\text{下偏差}\end{matrix}\right)$”，如图 5-36c 所示。标注代号时，注意孔的公差代号中字母大写，轴的公差代号中字母小写。大批量生产时，往往用第一种方式标注，单件或少量生产往往用第二种方式标注。在同一张零件图上，孔、轴尺寸公差带的表示方法一般应一致。

图 5-36d 中，轴的尺寸公差标注有三个错误：①尺寸的上下偏差位置错；②轴的基本偏差代号“R6”中字母应小写；③尺寸公差带代号后面的“$\begin{matrix}+0.012\\-0.007\end{matrix}$”应加括号。



a) 形式一　b) 形式二　c) 形式三　d) 错误

图 5-36　轴的尺寸公差标注

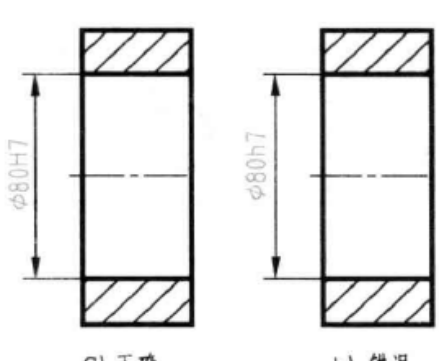
图 5-37b 中，孔的尺寸公差标注错误，偏差代号 h 应为大写。

二、形位公差的标注

形状位置公差简称为形位公差。形位公差的标注一般用带指引线的框格表示。

1. 形位公差框格内容的填写

形位公差框格从左至右的填写如图 5-40a 中①所示。第一格填写公差特征项目符号，第二格填写公差带形状符号及公差带大小。常见公差带的形状如图 5-38 所示，常以字符表示，见图 5-39，公差带大小以 mm 为单位。第 3 ~ 5 格填写基准所使用



a) 正确　b) 错误

图 5-37　孔的尺寸公差标注

的字母和有关附加符号。

需要注意的是：形位公差中的文字与图中尺寸标注的文字高度应一致，框格高度为文字高度的2倍。

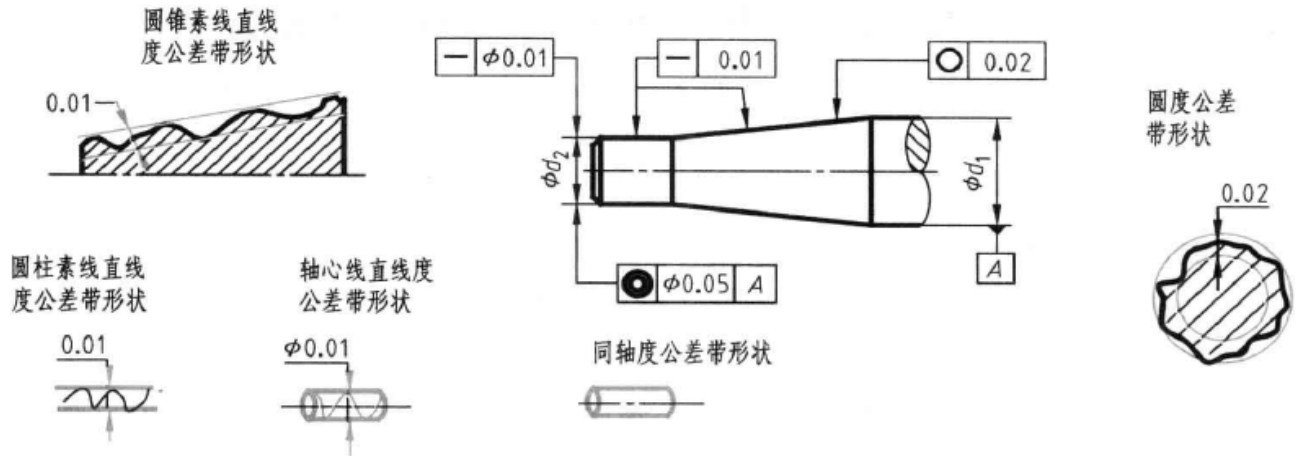


图 5-38 几种形位公差的公差带形状

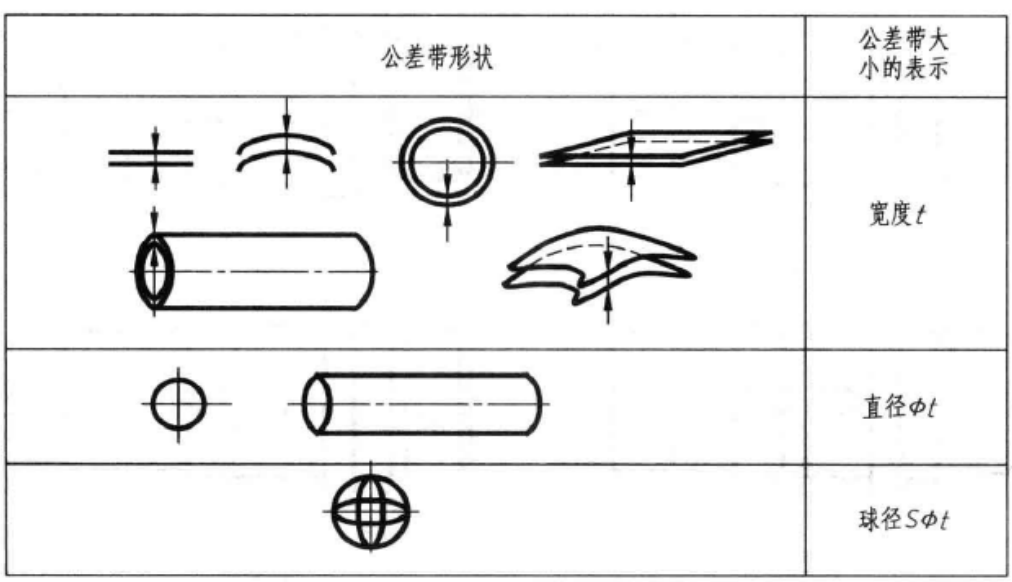


图 5-39 形位公差的公差带形状与符号

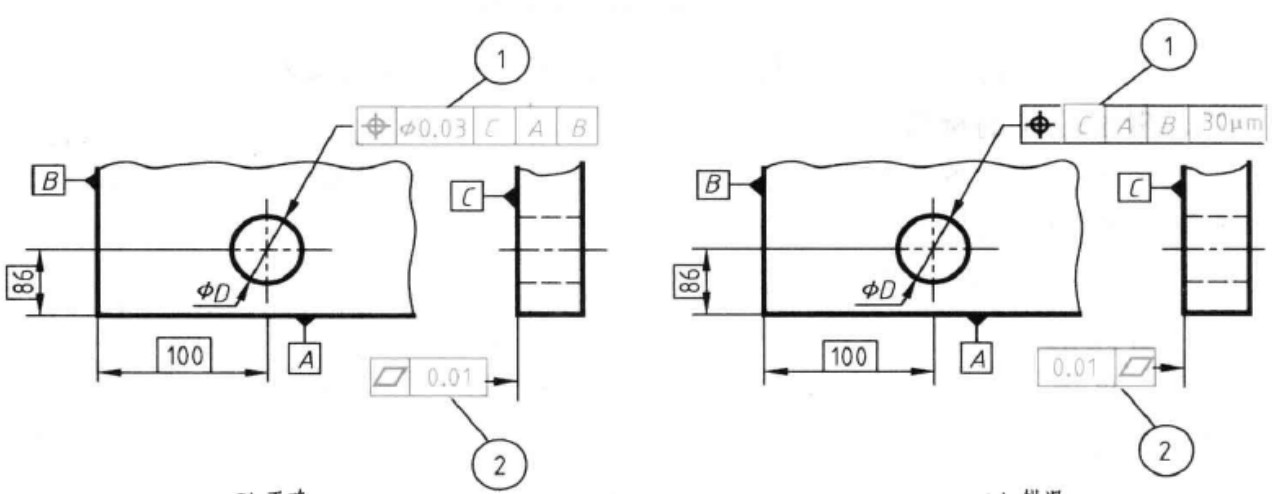
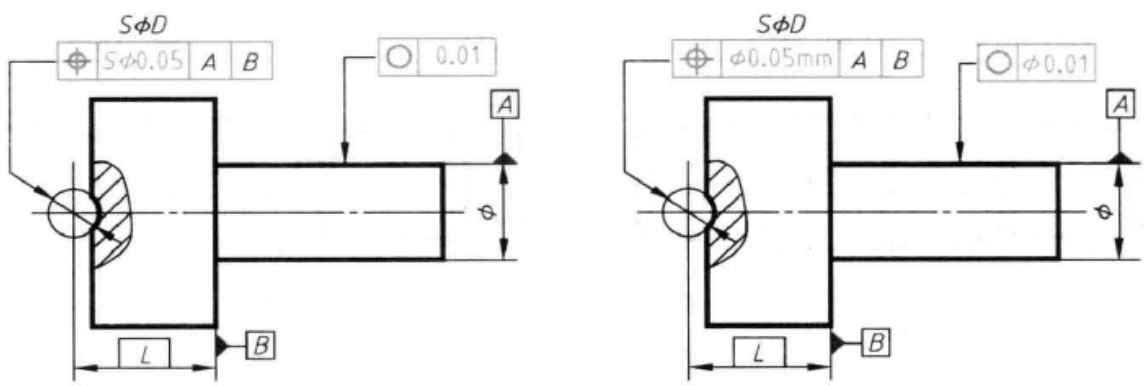


图 5-40 形位公差框格的填写

图 5-40b 中，①处有三个错误，首先基准代号 *C*、*A*、*B* 不该写在公差数值之前；其次公差带形状的符号 ϕ 未写；其三公差数值应以 mm 为单位，且 mm 不必填写。②处的错误为公差项目符号没有写在第一格内。

图 5-41 为一回转体类零件的形位公差标注示例。在图 5-41b 中有三个错误，①圆度的公差带为环状，如图 5-38 所示，因此，框格中应直接写公差值，而不应在公差值前面加 ϕ；②球面凹槽处的位置度公差，其公差带为球形，如图 5-39 所示，是以点的理想位置为中心的球内的区域，因此，公差值前面应当加球面符号 $S\phi$；③表示公差数值的单位 mm 应省略。正确注法参见图 5-41a。



a) 正确　　b) 错误

图 5-41　形位公差标注示例

2. 形位公差框格指引线的画法

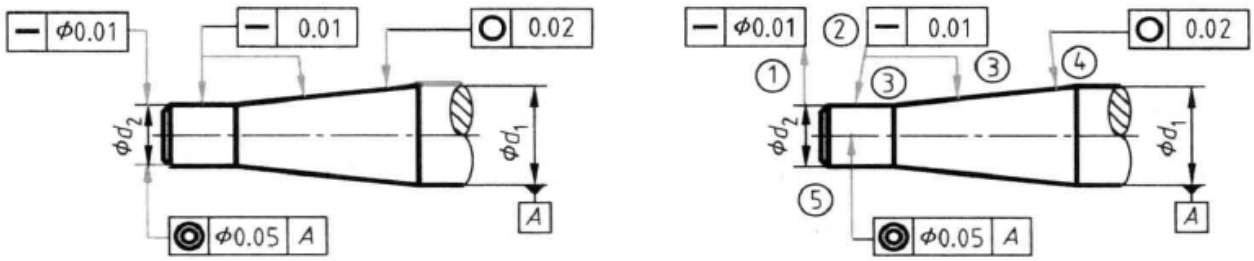
1）形位公差框格指引线应从形位公差框格两端中任意一端垂直引出，箭头垂直指向被测要素形位公差带的宽度或直径方向。

2）被测要素为中心线或对称线时，指引线箭头应与该要素的尺寸线箭头对齐。

在图 5-42b 中，共有五处错误：①箭头方向不对，没有指向被测要素；②引线不是垂直地从公差框格引出；③指引线未垂直指向被测要素公差带宽度方向，这里被测要素为圆柱体和圆锥体的素线，公差带宽度方向与素线垂直，因此指引线应垂直指向圆柱及圆锥的外轮廓线；④圆度公差带宽度方向为径向，因此指引线应垂直于轴心线，而不是垂直于外轮廓线，注意此点与错误③的区别；⑤被测要素为轴心线或中心线时，指引线不该直接指向中心线，而是和尺寸线对齐，正确标注如图 5-42a 所示。

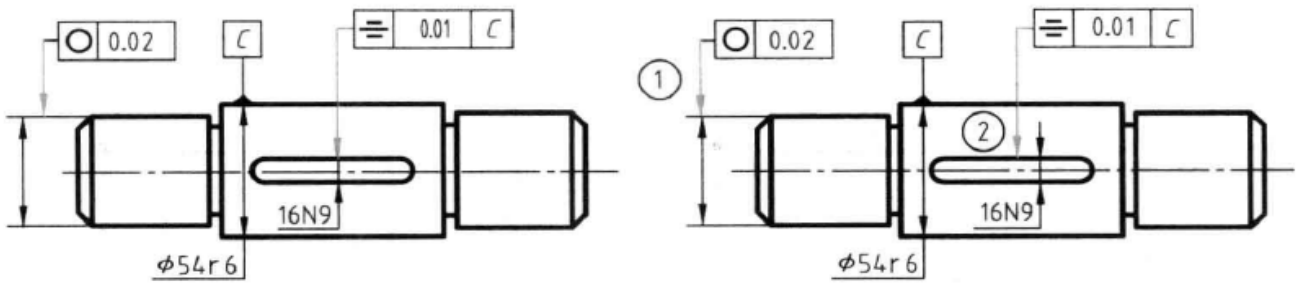
图 5-43b 中②处对称度公差错误：对称度公差被测要素为中心要素，因此指引线应与相应尺寸线对齐，正确注法如图 5-43a 所示。指引线与尺寸线箭头重叠时，该尺寸线的一个箭头可以省略。

3）当被测要素是轮廓要素时，指引线箭头可指在轮廓要素或其延长线上，且箭头必须明显地与尺寸线错开。图 5-43b 中①处，圆度公差被测要素为轮廓要素，指引线不应该与尺寸线对齐，正确注法如图 5-43a 所示。



a) 正确　　b) 错误

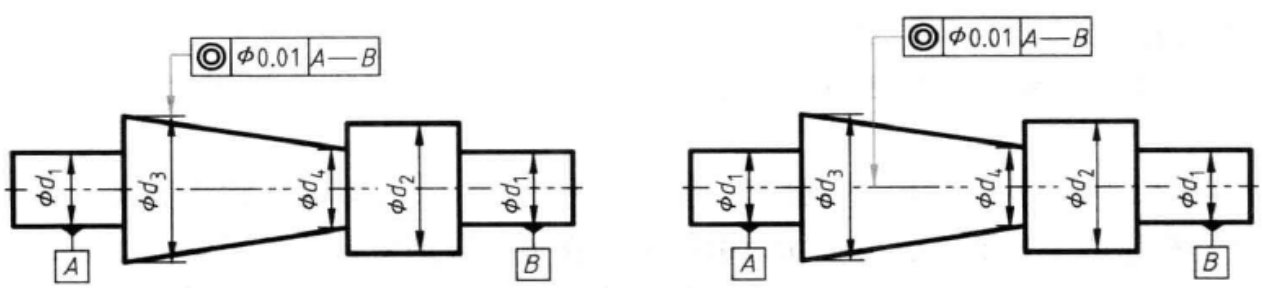
图 5-42　形位公差指引线画法示例一



a) 正确　　b) 错误

图 5-43　形位公差指引线画法示例二

4）当被测要素为圆锥轴线，且圆锥以直径标注时，公差框格指引线箭头应与圆锥直径的尺寸线对齐。如图 5-44b 中，公差框格指引线箭头指向中心要素，是错误的；图 5-44a 所示的标注是正确的。



a) 正确　　b) 错误

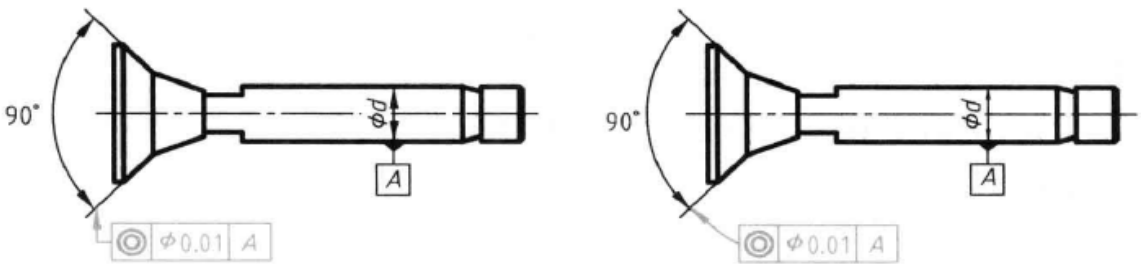
图 5-44　形位公差指引线画法示例三

5）当被测要素为圆锥轴线，且圆锥以角度标注时，则指引线箭头应正与该角度的尺寸线对齐，参见图 5-45a 所示。图 5-45b 所标注不符合国标规定。

3. 基准符号的标注

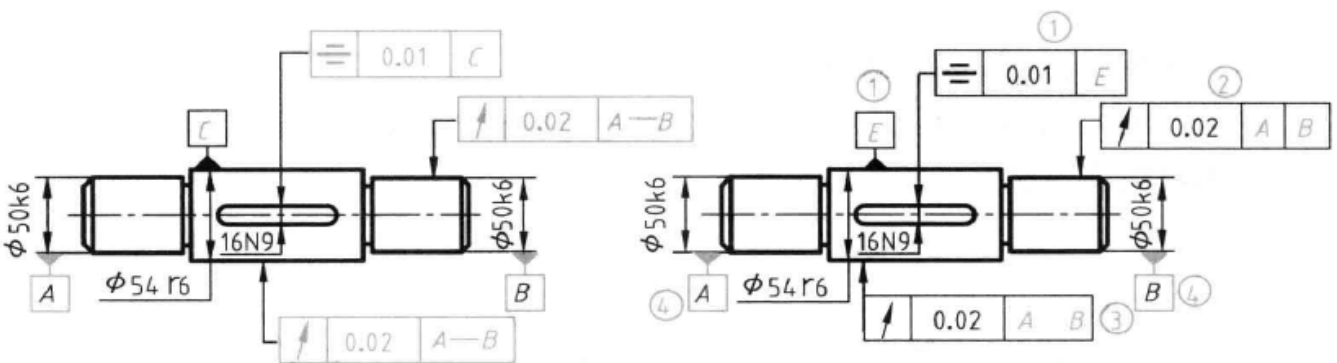
1）为了避免混淆和误解，基准所使用的字母不得采用“*E*、*F*、*I*、*J*、*L*、*M*、*O*、*P*、*R*”九个字母。图 5-46b 中①处用 *E* 作为基准代号，是错误的。

2）基准符号引向基准要素时，无论基准符号在图面上的方向如何，其小方框中的字母均应水平书写。图 5-47b 中 *A* 基准字母横放，是错误的。正确注法如图 5-47a 所示。



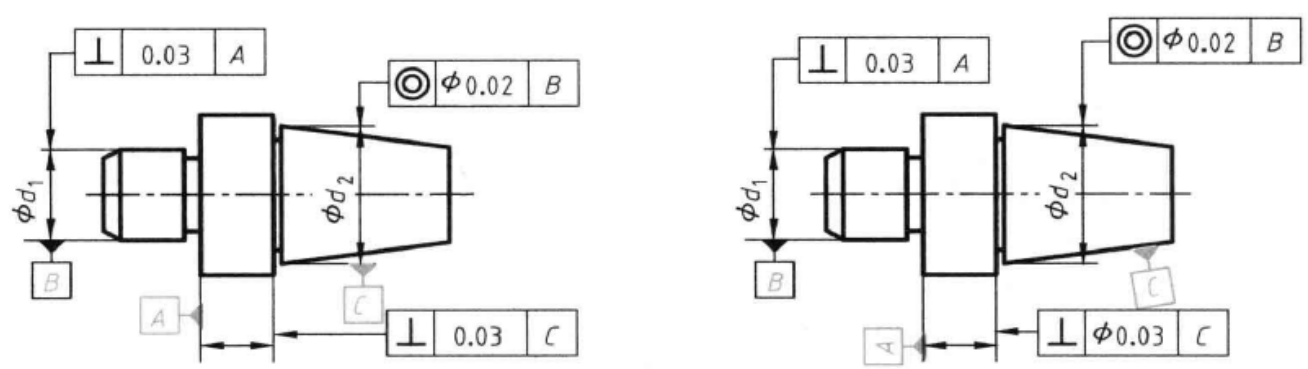
a) 正确　　b) 错误

图 5-45　形位公差指引线画法示例四



a) 正确　　b) 错误

图 5-46　基准符号标注示例一



a) 正确　　b) 错误

图 5-47　基准符号标注示例二

3）当基准要素为中心要素时，应把基准符号的三角形与该中心要素对应的尺寸线对齐。图 5-46b 中①、④处基准未与尺寸线对齐，是错误的，正确注法如图 5-46a所示。

4）当基准要素为轮廓要素时，应把基准符号的三角形直接靠近轮廓要素或其延长线，不宜与尺寸线对齐。图 5-47b 中，基准 *A* 标注错误。正确注法如图 5-47a 所示。

5）公共基准的表示是在组成公共基准的两个或两个以上同类基准代号的字母之间加短横线。参见图 5-46a。图 5-46b 中②处，将字母 *A*、*B* 分开标注在两个框格中，③处将字母 *A*、*B* 标注在一个框格中，中间无短横线，都是错误的。

6）当基准要素为圆锥轴线时，基准代号的连线（细实线）应与圆锥直径的尺寸线对齐，参见图5-47a中基准 C 的标注；图5-47b中 C 基准的标注为常见错误。若圆锥采用角度标注，则基准符号应正对该角度的尺寸线；基准符号中的连线应垂直于圆锥的轴线。

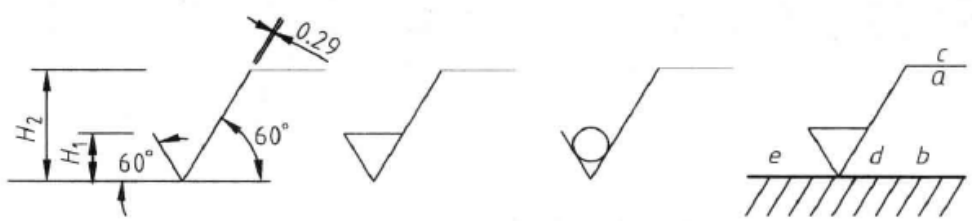
第四节 零件表面粗糙度

GB/T 131—2006中规定了表面粗糙度符号、代号的标注。它取代了GB/T 131—1993。

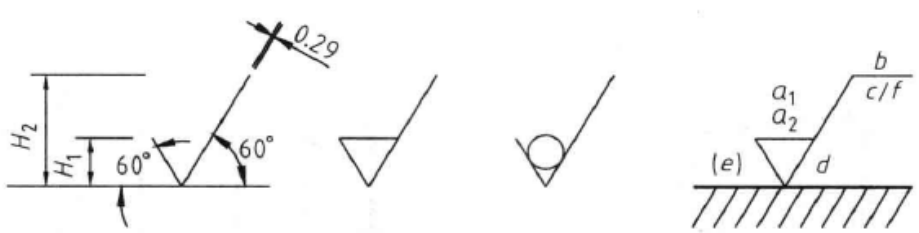
一、表面粗糙度的图形符号

GB/T 131—2006与GB/T 131—1993规定的表面粗糙度符号对比参见图5-48。

表面粗糙度图形符号的尺寸见表5-1。



a) GB/T 131—2006规定的表面粗糙度符号



b) GB/T 131—1993规定的表面粗糙度符号

图5-48 新旧表面粗糙度符号对比

表5-1 表面粗糙度符号的尺寸 （单位：mm）

轮廓线的线宽 b	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8
数字及字母高度 h	2.5	3.5	5	7	10	14	20
符号线宽	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
数字与字母线笔画宽							
高度 H_1	3.5	5	7	10	14	20	28
高度 H_2（最小值）	7.5	10.5	15	21	30	42	60

二、表面粗糙度符号的标注说明

1. 粗糙度的数值标注的位置

在GB/T 131—2006中规定，图样上标注时，若采用默认定义，并对其他方面不作要求时，可只在图5-49a所示的区域 a 或区域 a 及 b 中标注，即将表面粗糙度参数代号及其后的参数值注写在图形符号长边的横线下方。

2. 参数代号

表面粗糙度有三种评价参数，每种都用各自的代号来标示。新标准中不论表面粗糙度为何种参数代号，都须标注参数代号及数值。为了避免误解，在参数代号和极限值间应插入空格如“*Ra*　3.2”。旧标准中如果表面粗糙度参数代号为 *Ra*，则可只写数值，不写 *Ra*。如果参数代号为其他时，则也要求写参数代号。

图 5-49a 和图 5-49b 分别为新标准 GB/T 131—2006 与旧标准 GB/T 131—1993 所规定的表面粗糙度的注写方式，红色为不同之处。

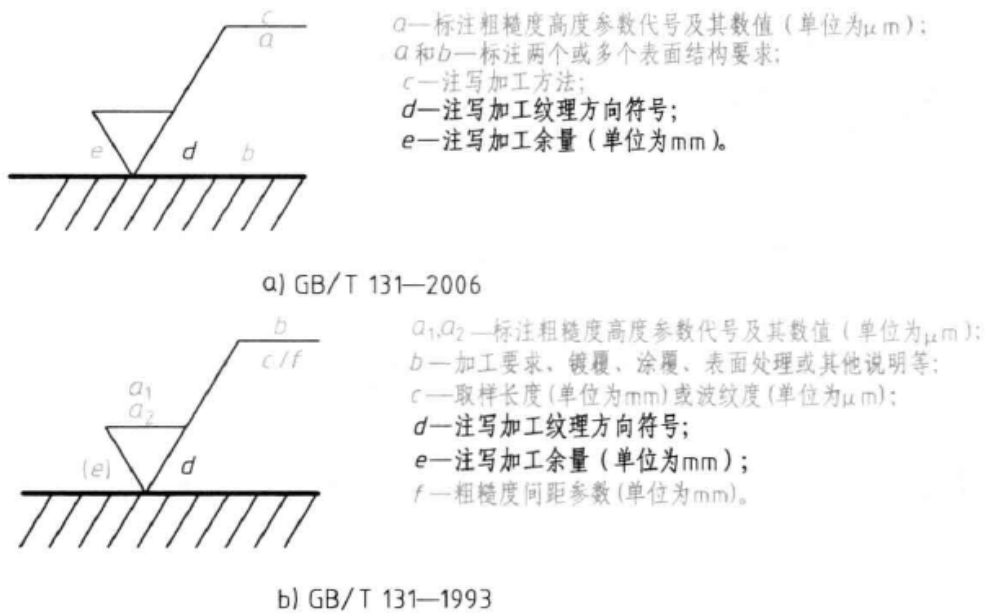


图 5-49　新旧表面粗糙度符号及表达内容对照

三、表面粗糙度在图样中的标注

关于表面粗糙度在图样中的标注，国家标准 GB/T 131—2006 的规定如下：

粗糙度的注写和读取方向与尺寸的注写和读取方向一致。读图方向以图样标题栏方向为正，数值书写与标题栏方向一致，如图 5-50a 中上方所标注；符号与数值均向左旋转 90°也可，如图 5-50a 中左侧①处所标注。图 5-50b 中右侧②处所标注的符号是右旋 90°，是错误的；图形下方③“*Ra*　0.8”的数值方向与读图方向一致，但粗糙度符号不对。正确画法如图 5-50a 所示。

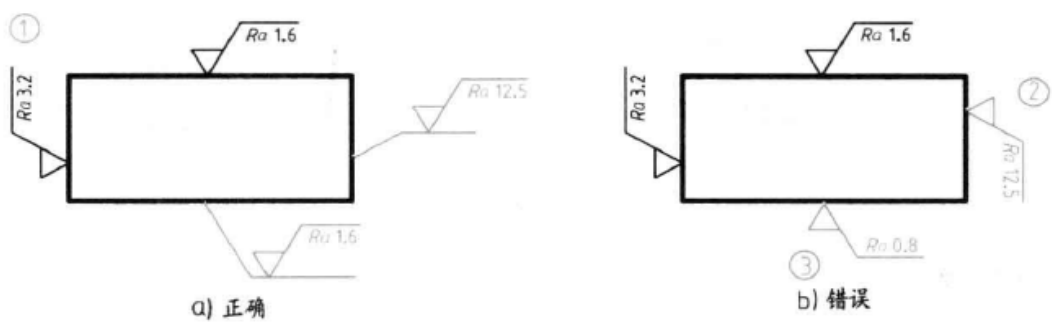
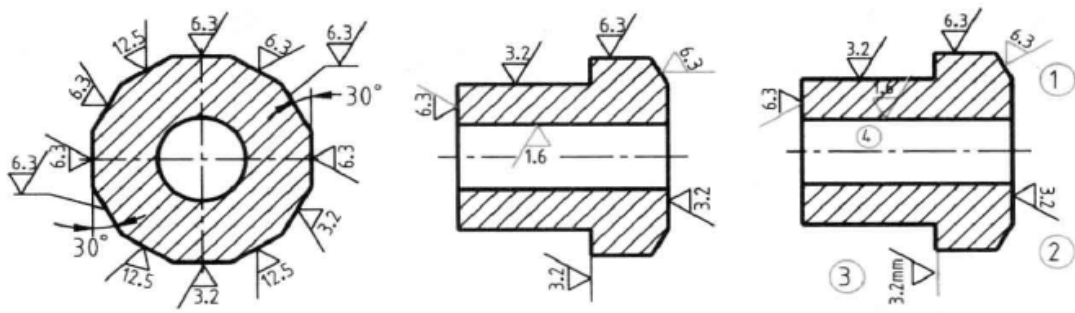


图 5-50　表面粗糙度标注常见错误（新标准）

旧国家标准 GB/T 131—1993 中，不同方位表面粗糙度的标注样式（包括符号的表示和数值的注写方式）如图 5-51a 所示。图 5-51b 为处于不同位置的表面粗糙度的标注示例，图 5-51c 为常见的标注错误：①符号与平面没有对正；②粗糙度的数值字头应该朝左；③数值后不应该写单位 μm；④符号应从外侧指向表面，这里画反了。



a) 不同方位表面粗糙度的标注样式　b) 正确　c) 错误

图 5-51　表面粗糙度标注常见错误（旧标准）

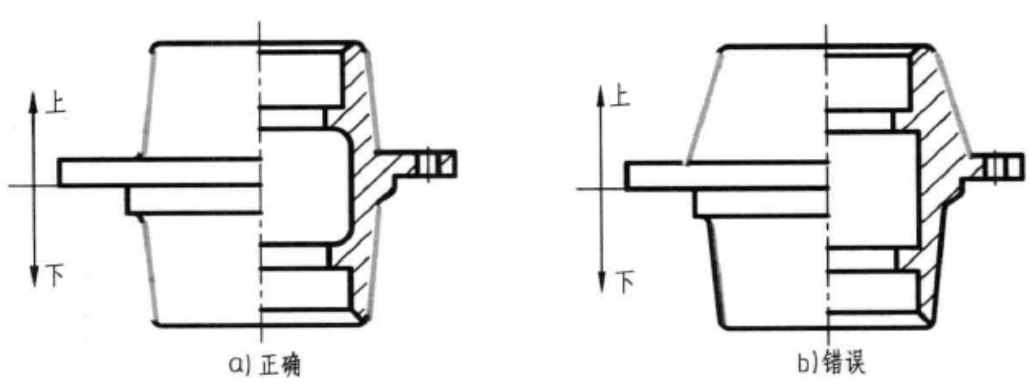
第五节　工艺结构的合理设计与表达

零件的制造过程通常是先制造出毛坯件，再将毛坯件经机械加工制作成零件。因此，在绘制零件图时，必须对零件上的某些结构进行合理的设计和规范的表达，以符合制造工艺的要求。

一、铸件工艺结构

1. 拔模斜度

铸件在造型时，为了便于从砂型中取出木模，应在铸件沿着起模方向的内、外壁上均设有一定的倾斜度，即拔模斜度，如图 5-52a、5-53a 所示。拔模斜度一般为 1:20，图 5-52b 错误在于斜度过大。



a) 正确　b) 错误

图 5-52　拔模斜度

2. 铸造圆角

为了便于取模，防止浇注时金属熔液冲坏砂型以及避免铸件冷却时转角处产生裂纹，铸件各表面的相交处均应制成过渡的圆弧面。画零件图时，这些相交处应画

成圆角，如图 5-53a 所示。如圆角半径较小，则允许在图上省略画法，但标注不一定省略；如果相同半径的圆角较多，则图上可允许省略标注，但必须在技术要求中统一说明，如“未注铸造圆角为 *R*3 ~ *R*5”。图 5-53c 的错误在于既未画铸造圆角，也没有文字说明，正确画法如图 5-53b 所示。

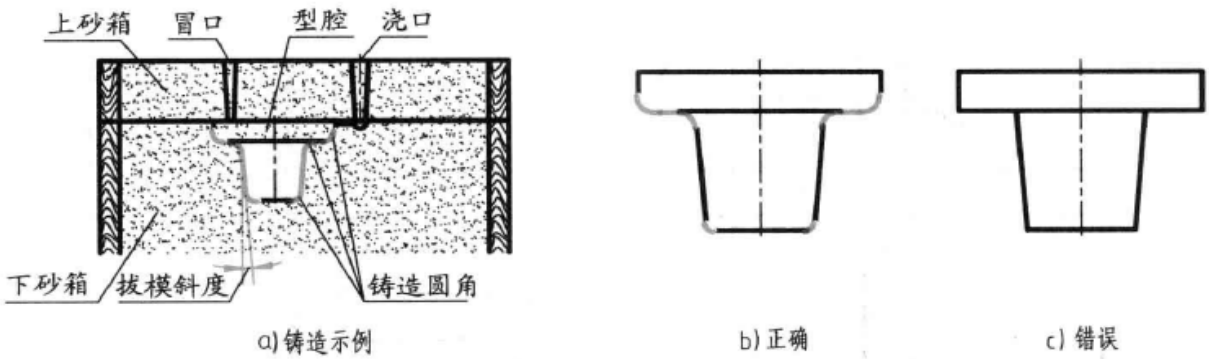


图 5-53　铸造圆角

3. 过渡线

由于有铸造圆角，铸件各表面过渡线的画法与画相贯线或截交线一样，只是两端悬虚，不要与轮廓线接触，用细实线绘制。

（1）两圆柱上的过渡线的画法　直径不等的两圆柱表面过渡线画法如图 5-54a 所示。图 5-54b 的错误在于过渡线与轮廓相接触，图 5-54c 的错误在于过渡线为粗实线。

直径相等的圆柱体上的过渡线画法如图 5-55a 所示，图 5-55b 与图 5-55c 为常见错误画法。

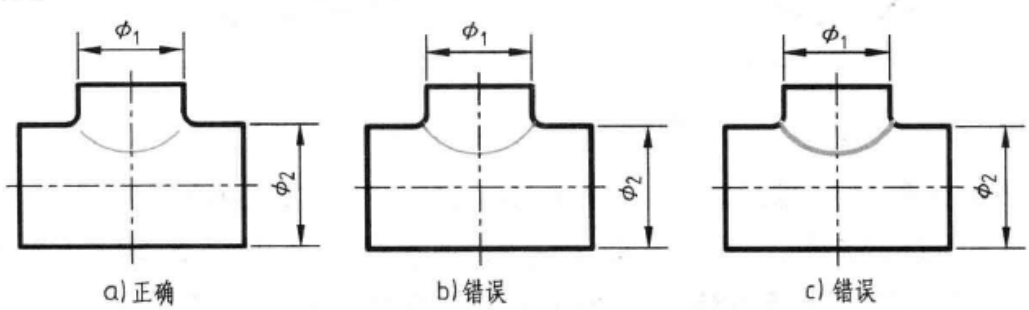


图 5-54　直径不等的两圆柱上的过渡线画法

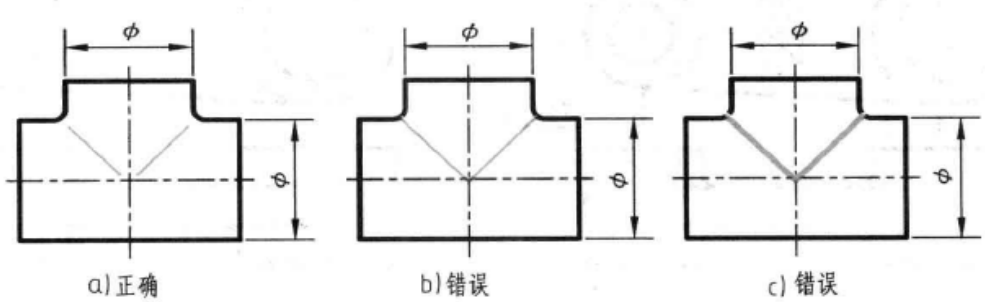


图 5-55　直径相等的两圆柱上的过渡线画法

（2）肋板上过渡线的画法　图5-56为肋板上过渡线示例一。肋与竖板、底板截交，由于铸造圆角的缘故，该截交线应当画为过渡线，图5-56b为常见错误画法，正确画法如图5-56a所示。

图5-57为肋板上过渡线示例二。图5-57b为常见错误，图5-57a为正确画法。注意过渡线的起止位置。

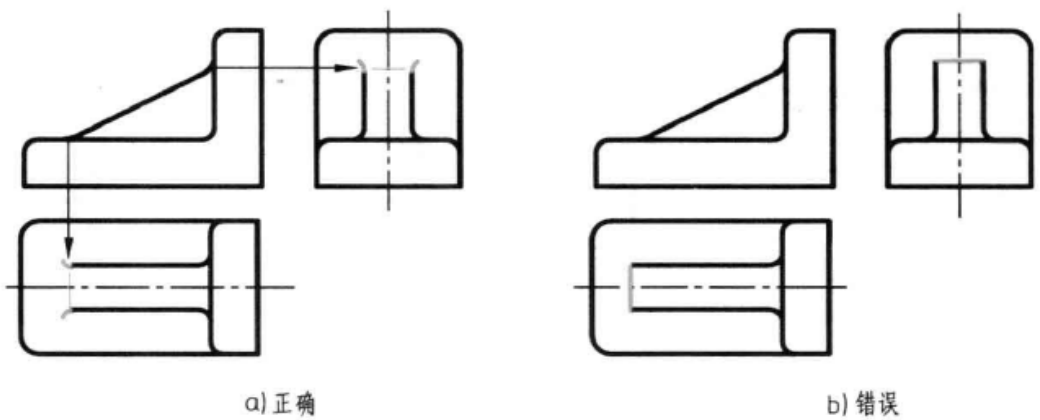


图5-56　肋板上过渡线示例一

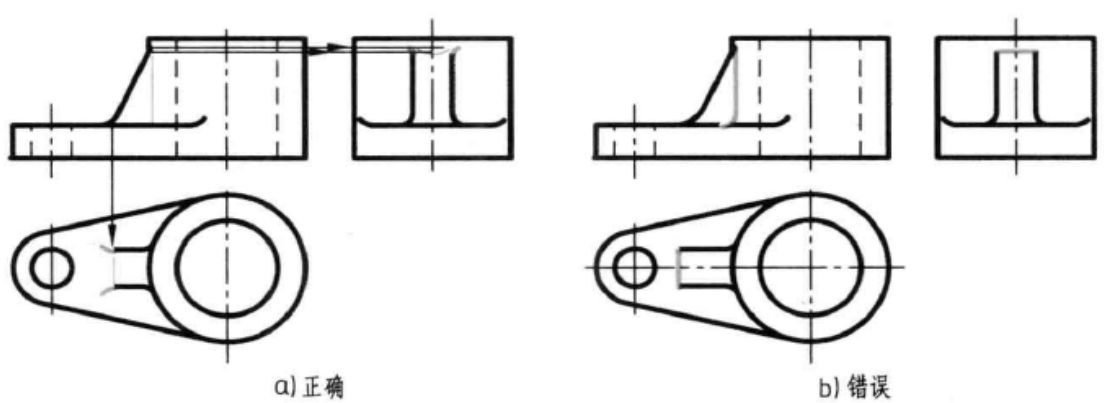


图5-57　肋板上过渡线示例二

（3）其他各种过渡线的画法　图5-58、图5-59、图5-60为三个形状特征与结构元素各不相同的零件，这些零件上都有过渡线。其中图5-58a、图5-59a、图5-60a为正确的画法，图5-58b、图5-59b、图5-60b为常见错误画法。

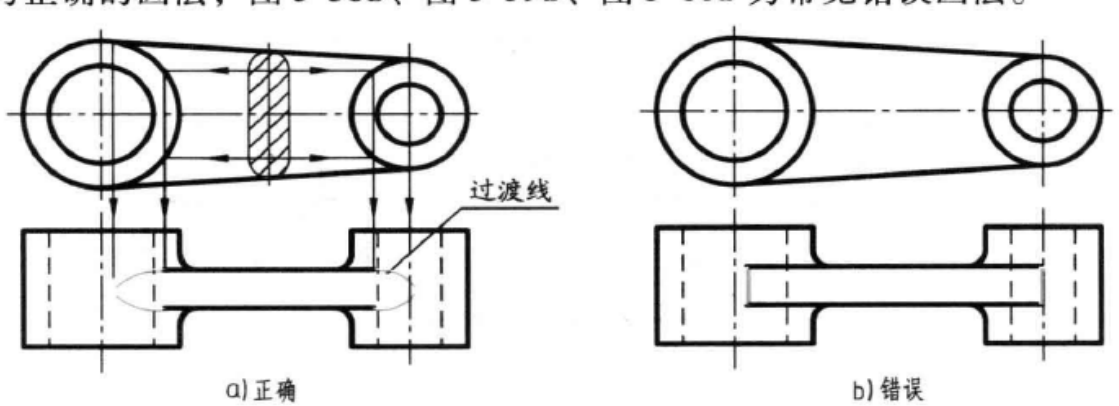
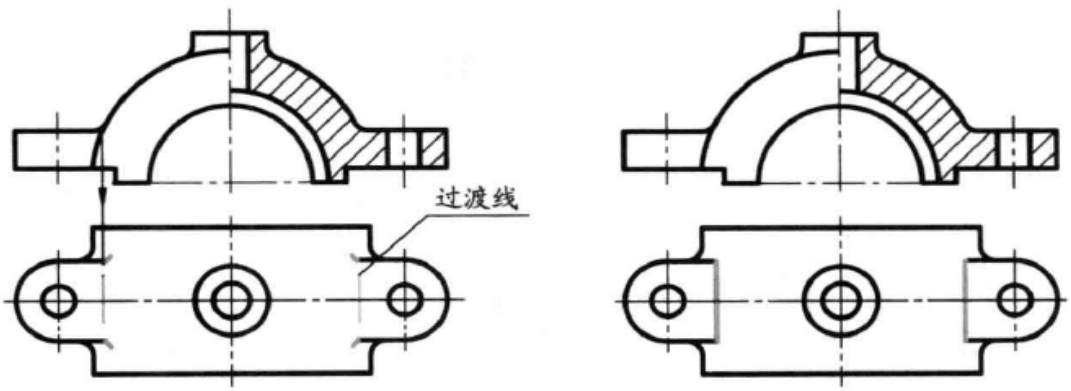
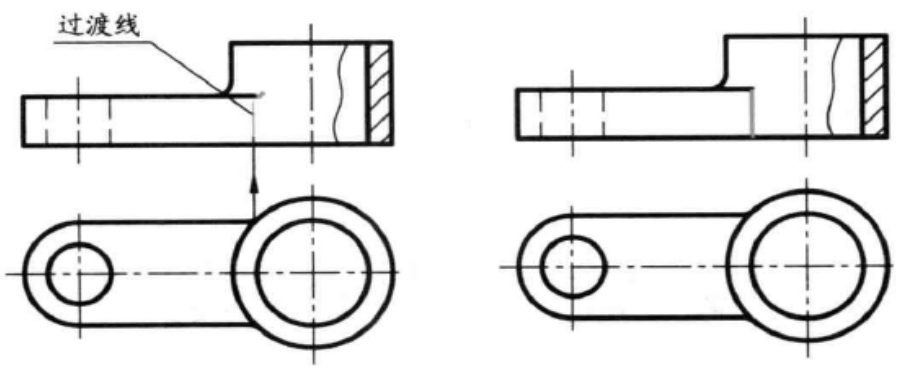


图5-58　其他过渡线的画法示例一



a) 正确　　b) 错误

图 5-59　其他过渡线的画法示例二



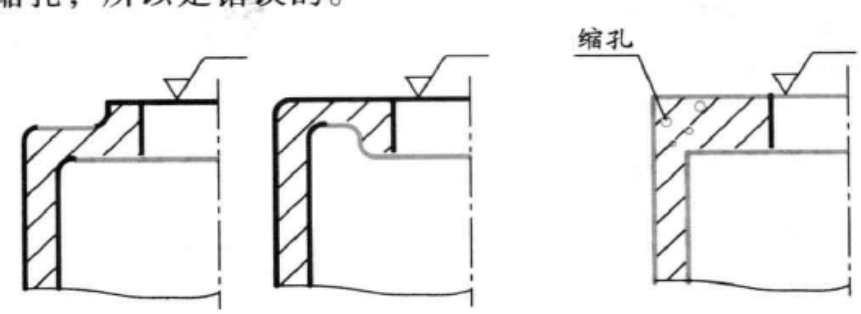
a) 正确　　b) 错误

图 5-60　其他过渡线的画法示例三

4. 铸件的壁厚

铸件的壁厚应尽量保持一致，如不能一致，应使其逐渐均匀地变化，以防止因冷却速度不同而在壁厚处形成缩孔。

图 5-61a 和 5-61b 零件上的壁厚均匀，都是合理的；5-61c 中的壁厚结构不均匀，容易产生缩孔，所以是错误的。



a) 正确　　b) 正确　　c) 错误

图 5-61　铸件的壁厚

二、焊接件工艺结构的表示

1. 焊接接头形式

焊接件是一种特殊的零件，它由若干零散的半成品或成品零件通过焊接连接成

不可拆卸的结合件。

各种焊接件上都有焊接接头，接头的形式有四种：对接接头、搭接接头、角接接头、T形接头，如图5-62所示。

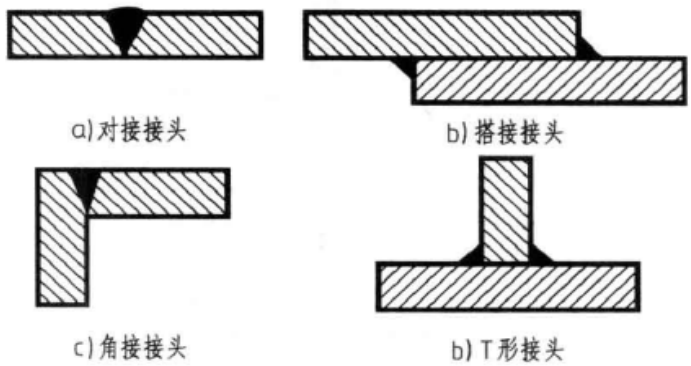


图5-62 焊接接头的形式

焊接结构件最好采用厚度相等的金属材料，若接头两侧的材料厚度相差太大，接头处容易造成应力集中，严重时会出现裂纹；此外，接头两侧受热不均，容易产生焊不透等缺陷。当两件厚度差较大的板材焊接时，应当在厚板上加工出斜边，使板材的厚度均匀过渡。

图5-63和图5-64所示都为厚度差较大的板材焊接对接接头时的结构。图5-63b和图5-64b没有过渡结构，不合理；图5-63a和图5-64a的结构是合理的。

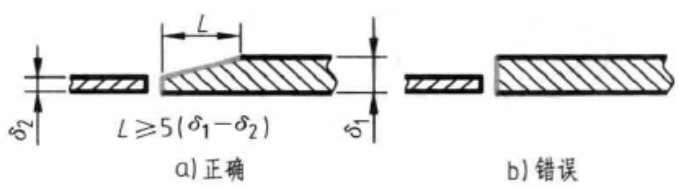


图5-63 对接接头的结构一

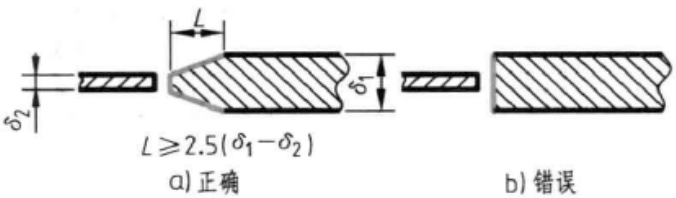


图5-64 对接接头的结构二

图5-65和图5-66所示分别为采用厚度差较大的板材焊接T形接头和角接接头的结构。图5-65b和图5-66d没有过渡结构，不合理；图5-65a和图5-66a的结构是合理的。

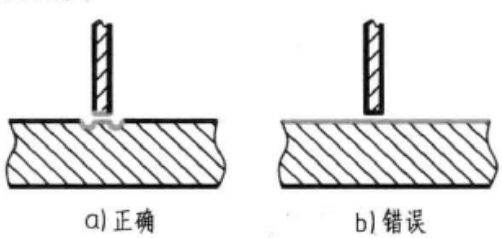


图5-65 T形接头的结构

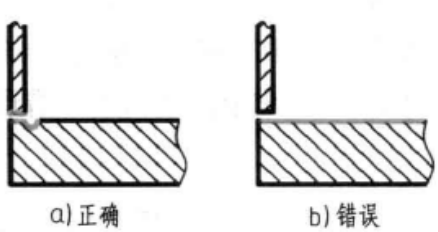


图5-66 角接接头的结构

对于焊接搭接接头，由于两工件不在同一平面，受力时会产生附加力矩，因此其搭接部位不能过短。图5-67所示为搭接接头的焊接结构。图5-67b中，搭接部位过短，不合理；图5-67a的结构是正确的。

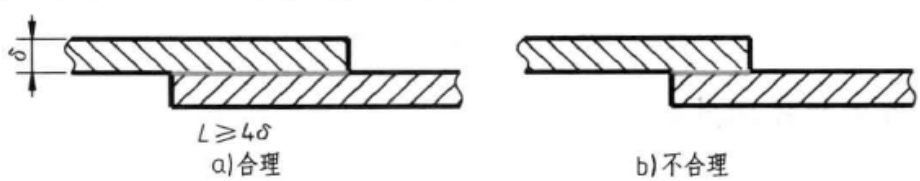


图5-67 搭接接头的结构

2. 焊缝的表示方法

（1）焊缝符号介绍　焊缝符号包括基本符号、辅助符号、补充符号。基本符号表示焊缝的截面形状（I形，V形等），常用焊缝的基本符号参见表5-2；辅助符号表示焊缝的表面形状特征（表面平整、表面凹陷、表面凸起）；补充符号用以补充说明焊缝的某些特征（三面焊缝、四面焊缝等）。

表5-2　常用焊缝的基本符号

序号	名　称	示　意　图	符　号
1	卷边焊缝 （卷边完全熔化）		
2	I形焊缝		
3	V形焊缝		
4	单边V形焊缝		

完整的焊缝表示方法除了上述基本符号、辅助符号和补充符号以外，还包括指引线、一些尺寸符号及数据。

指引线一般由带有箭头的引线（简称箭头线）和两条基准线（一条为实线，另一条为虚线）两部分组成，如图5-68所示。

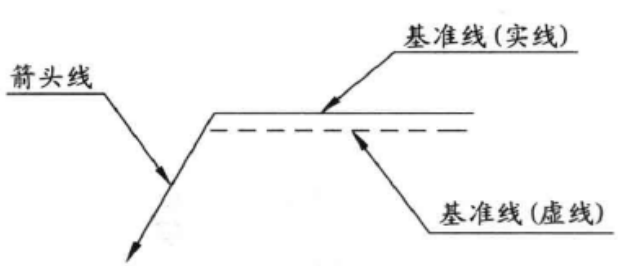


图5-68　焊缝表示方法

（2）焊缝符号标注　焊缝符号的标注应当遵循国家标准《焊缝符号表示法》（GB/T 324—2008）的相关规定。焊缝符号、焊缝尺寸及数据的标注原则如下。

1）焊缝横截面上的尺寸标在基本符号的左侧。

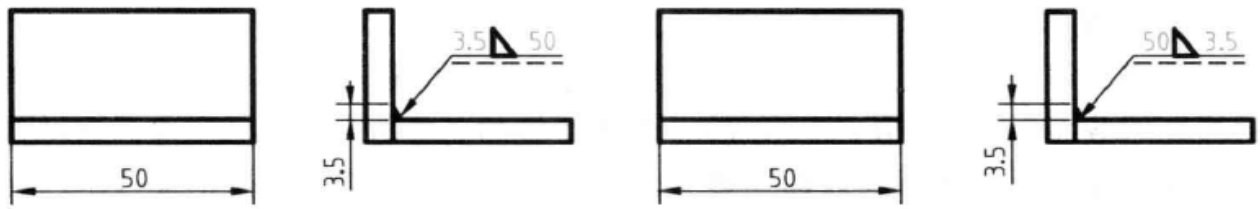
2）焊缝长度方向尺寸标在基本符号的右侧。

3）坡口角度，坡口面角度、根部间隙等尺寸标在基本符号的上侧或下侧。

4）相同焊缝数量符号标在尾部。

5）当需要标注的尺寸数据较多又不易分辨时，可在数据前面增加相应的尺寸符号。

图5-69为一焊接结构件。在图5-69b中，将焊缝长度方向的尺寸50注写在基本符号的左侧，将焊缝横截面上的尺寸（焊缝高度）3.5注写在基本符号的右侧，是错误的；正确标注如图5-69a所示。

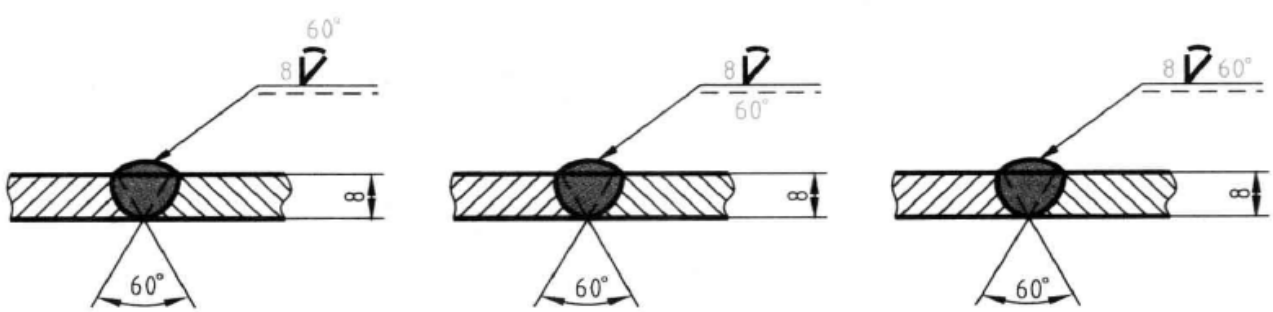


a) 正确　　b) 错误

图 5-69　焊缝表示法示例一

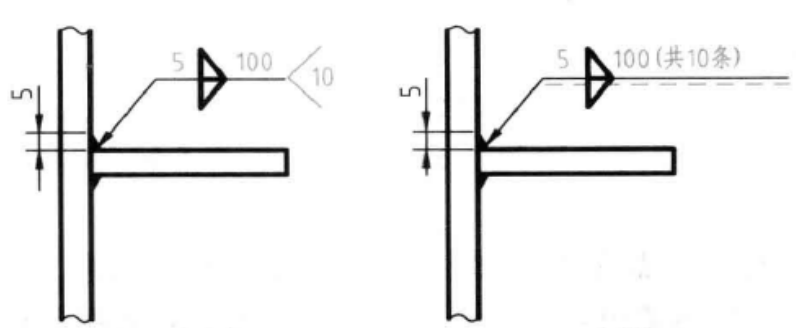
图 5-70 为一焊接结构件的对接接头。在图 5-70c 中，将焊缝坡口角度尺寸 60° 注写在基本符号的右侧，是错误的；图 5-70a 中将 60°注写在基本符号的上方，图 5-70b 将 60°注写在基本符号的下方，都是正确的。

图 5-71 为某零件上正反双面角焊缝的标注，图 5-71b 为常见错误标注方式，这里焊缝符号中的基准线只应有一条。相同焊缝的数量应注写在尾部符号右侧，如图 5-71a 所示。



a) 正确　　b) 正确　　c) 错误

图 5-70　焊缝表示法示例二



a) 正确　　b) 错误

图 5-71　焊缝表示法示例三

三、机械加工常见工艺结构的表示

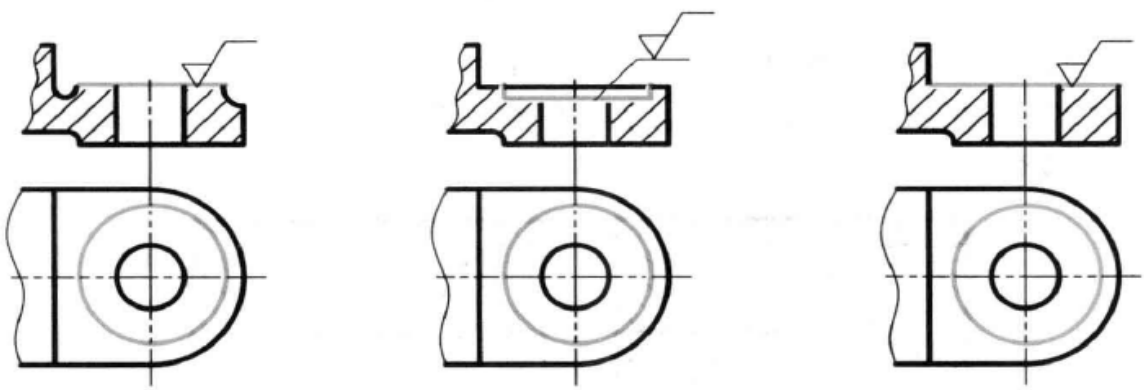
1. 凸台与凹坑、凹槽的结构

零件上与其他零件相接触或相配合的表面一般应进行切削加工。为了既减少加工面，又保持良好的接触和配合，常常在这类有一定接触要求的表面设计出凸台或凹坑，对凸台或凹坑的平面进行切削加工，以满足零件的工作要求。

图 5-72 所示为零件的局部，孔为安装孔，和其他零件组装时，螺栓从孔中穿过。为保证螺栓的头部能与零件的表面接触良好，故需要把零件的表面加工平整。

由于螺栓的头部并不大，因此没有必要加工零件的所有表面，在实际生产中，往往在零件的相关表面设凸台或者凹坑，在满足螺栓联接要求的前提下，尽可能地减少加工面积。

图 5-72a 设了凸台，图 5-72b 设了凹坑，加工面与非加工面有了区别，是正确的；图 5-72c 既无凸台也无凹坑，所表达的结构不合理，是错误的。

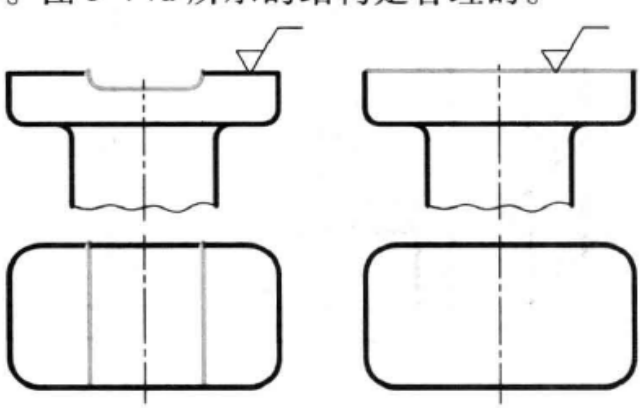


a) 凸台—正确　　b) 凹坑—正确　　c) 错误

图 5-72　凸台与凹坑结构

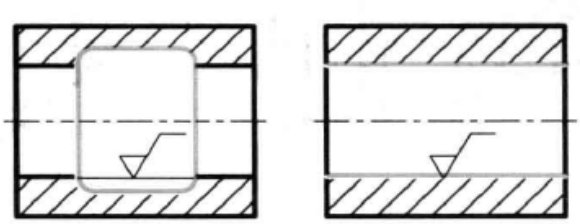
在图 5-73 所示的零件结构中，图 5-73b 中的结构不合理，加工表面没有设计凹槽，图 5-73a 是正确的。

在图 5-74 表示的零件结构中，5-74b 的结构不合理，孔的加工表面没有设计凹槽。图 5-74a 所示的结构是合理的。



a) 正确　　b) 错误

图 5-73　凹槽的结构一



a) 正确　　b) 错误

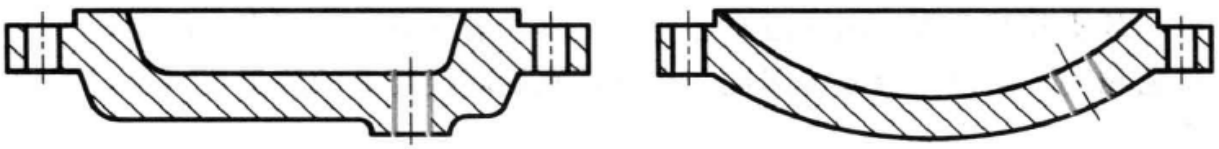
图 5-74　凹槽的结构二

2. 孔的加工

1）零件上应尽量避免倾斜孔，因倾斜孔难以加工。如图 5-75b 所示结构不合理，图 5-75a 的结构合理。

2）应当避免如图 5-76b 所示的弯曲孔，此种孔无法实现钻削加工。若改成如图 5-76a 所示的三段直线孔的结构，钻削加工后，加一个柱塞（即堵头）即可。

3）钻孔时，应避免钻头单面钻削，否则既会因单边受力而影响刀具的使用寿命，又会使孔出现偏斜，影响加工精度。在图 5-77 中，图 5-77b 所示的两种结构

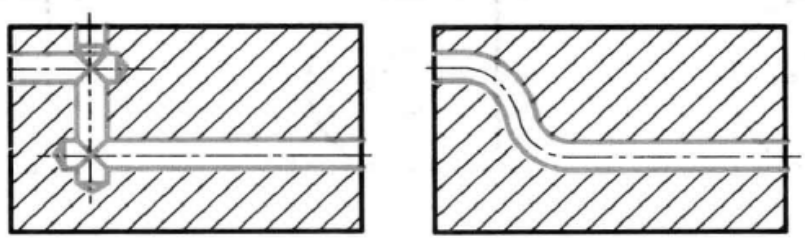


a) 合理　　b) 不合理

图 5-75　零件上尽量避免倾斜孔

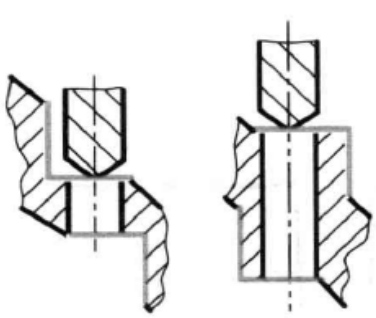
是不合理的，图 5-77a 所示的两种结构是合理的。

4）零件上孔的位置应使孔与壁之间留有一定的距离，使钻头能顺利上下进给，如图 5-78 所示。

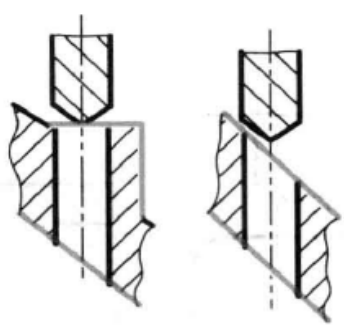


a) 正确　　b) 错误

图 5-76　零件上尽量避免弯曲孔

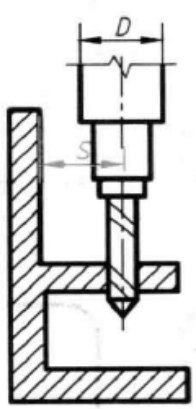


a) 合理

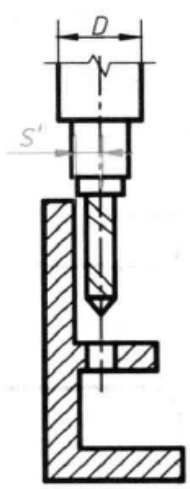


b) 不合理

图 5-77　避免钻头单面钻削



a) 正确



b) 错误

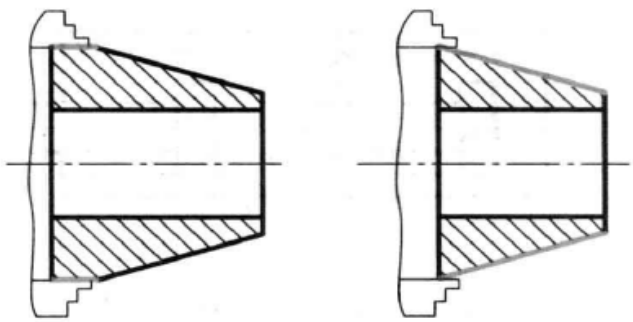
图 5-78　孔与壁之间留有一定的距离

3. 零件的形状要便于加工装夹

如图 5-79 所示的被加工零件为油缸中的导向套，其锥体斜面起导向作用，若采用图 5-79b 所示的结构，装夹面为斜面，加工时工件难以夹牢定位，因此不合理；若按图 5-79a 进行结构设计，将装夹处的锥体改为圆柱体，利用圆柱面进行装夹，才是合理的。

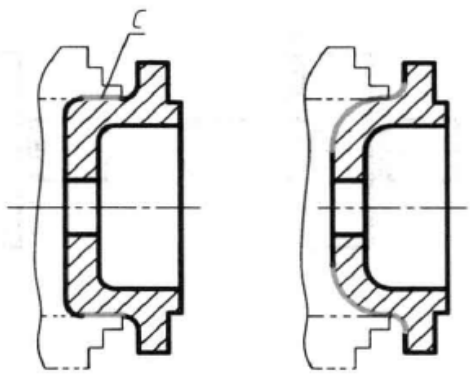
图 5-80 所示的被加工零件为法兰盘，图 5-80b 在加工外圆及端面时，左边端面是一圆弧面，装夹时与卡爪是点接触，不能将工件夹牢；如果夹在右侧，卡爪夹紧长度不够，不能正常加工。若把工件结构改为图 5-80a 所示的形状，则可使卡爪

夹紧零件，便于加工。



a) 合理　　b) 不合理

图 5-79　圆柱面易于卡爪装夹一

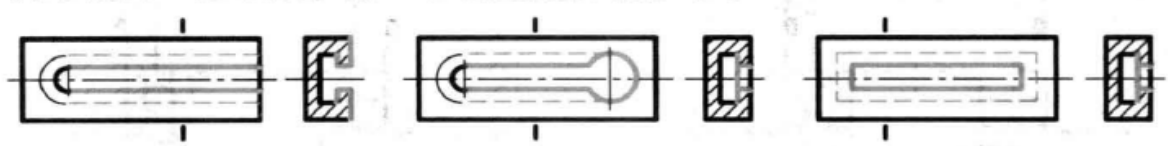


a) 正确　　b) 错误

图 5-80　圆柱面易于卡爪装夹二

4. 沟槽的结构

设计沟槽结构时，要考虑便于铣削加工。如图 5-81c 所示，零件上 T 形槽结构是封闭的，铣刀无法深入进去进行加工；如果把它改成图 5-81b 所示的结构，铣刀可以从大圆孔中进入槽内，但不容易对刀，加工和测量不太方便；把它改成如图 5-81a 所示的开口形状后，加工和测量就方便多了。



a) 好　　b) 正确　　c) 错误

图 5-81　便于铣削加工的沟槽结构

5. 刨削大型工件

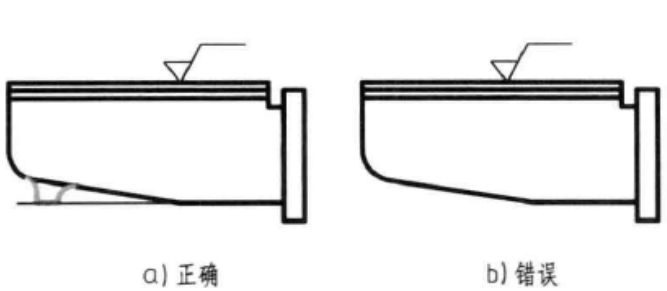
刨削大型工件时，要考虑工件的安装和定位，如图 5-82 所示。图 5-82b 中工件的结构在加工时不能使其放置平稳，因此应增加工艺凸台，如图 5-82a 所示。

6. 铣刀半径

零件如有大面积沉凹结构，其转角应留一定的圆角半径，而且圆角半径应与标准铣刀直径一致，如图 5-83a 所示，图 5-83b 的结构是错误的。

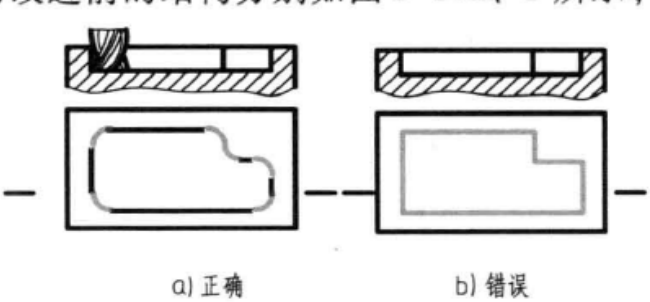
7. 磨削加工对零件结构工艺性的要求

磨削零件外圆时要有退刀槽，改进后与改进前的结构分别如图 5-84a、b 所示；



a) 正确　　b) 错误

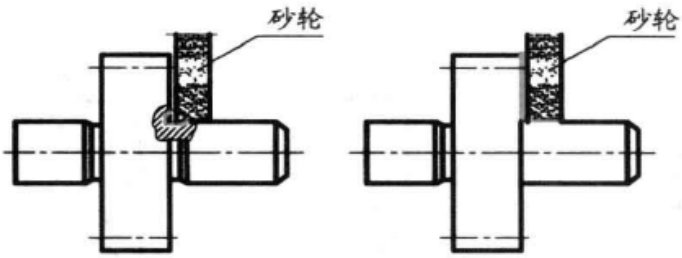
图 5-82　平稳放置所需的工艺凸台



a) 正确　　b) 错误

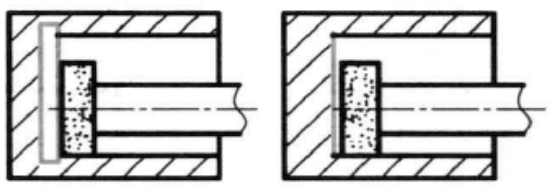
图 5-83　沉凹结构转角应与标准铣刀直径一致

磨削零件内孔时也要有退刀槽，改进后与改进前的结构分别如图5-85a、b所示。



a)正确　　b)错误

图5-84　外圆面上磨削退刀槽

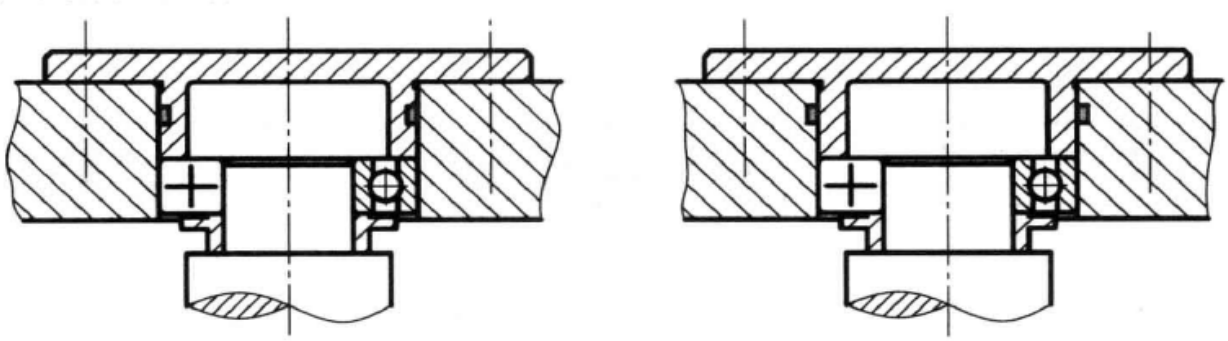


a)正确　　b)错误

图5-85　内圆面上磨削退刀槽

8. 相配合的表面加工

对于相配合的表面，常常以外表面加工的沟槽代替内表面加工，使加工更加方便。图5-86所示为某传动箱的局部结构。图5-86a为在端盖的外表面加工装密封圈的沟槽，这种结构比较合理，加工和测量都非常方便；若在箱体的内孔表面上加工装密封圈的沟槽，见图5-86b，显然这会使加工比较麻烦，测量也不方便，因此这样的结构不太合理。



a)合理　　b)不合理

图5-86　配合的表面沟槽宜设在外表面

第六章　装　配　图

装配图是表达产品或部件的图样，它包含了产品（或部件）及其组成零件的主要结构形状、零件间的相互位置以及装配关系、技术要求等内容。通过这些内容，表达出机器或部件的工作原理、结构性能、传动关系以及在装配、检验、安装等过程中所需要的尺寸数据与具体技术要求。

第一节　装配图的表达方法

工程制图中表达机械零件的常用方法在装配图中均适用。但零件图表达的是单个零件的结构形状、详细尺寸和技术要求，而装配图表达的是机器（或部件）的工作原理、各零件间的装配关系以及各零件主要结构的形状，鉴于两者表达的内容不同，国家标准《技术制图》对装配图的绘制还制定了一些规定画法和特殊表达法。

一、规定画法[⊖]

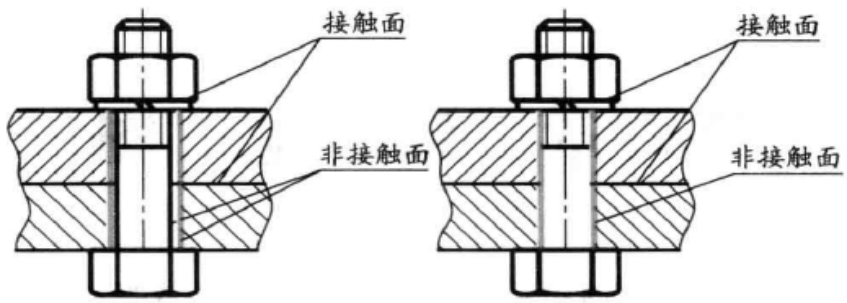
1. 间隙与间隙配合画法的区别

轴与孔组装后，其状态有两种：一是两零件的基本尺寸不同，两者之间有间隙；二是两零件的基本尺寸相同，即两者之间有配合的要求。其中配合关系的种类有三种：间隙配合、过渡配合、过盈配合。请注意：间隙配合与间隙是两个不同的概念。间隙是指两个零件上的基本尺寸不同，即孔的基本尺寸比轴的基本尺寸要大，故装配图上需画出孔和轴各自的轮廓线（即相邻处有两条轮廓线），孔与轴间的间隙必须在图上表达出来，即使这间隙很小，也必须用夸大的方法将其表达出来；而间隙配合是指两零件的基本尺寸相同，微观尺寸（公差）存在间隙，两零件的接触面只画一条轮廓线，即图上孔与轴之间无间隙。

如图 6-1 所示，螺栓是从被联接零件的孔中穿过去，与上方螺母旋合。为组装方便，零件的孔径比螺栓直径略大（基本尺寸不同），两者间有间隙，因此此处应画两条线，如图 6-1a 所示。图 6-1b 中此处两零件之间没有间隙，是错误的。

如图 6-2 所示，轴和孔的基本尺寸相同，即直径都为 20mm；两者有配合要求，其中孔的偏差为 $^{+0.195}_{+0.065}$，轴的偏差为 $^{0}_{-0.13}$，属于间隙配合。因此孔和轴的接触面只画一条轮廓线，如图 6-2a 所示。图 6-2b 画了两条线，是错误的。

⊖ 本书并没有列举装配图的所有规定画法，仅涉及规定画法中容易出错的部分。

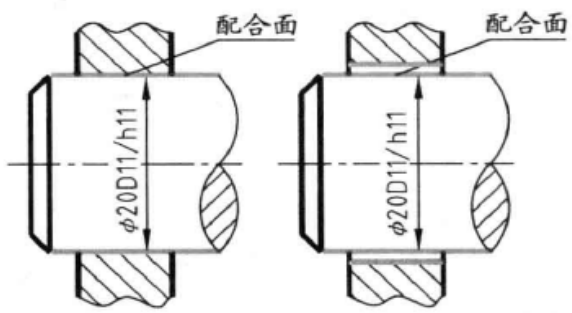


a) 正确　　b) 错误

图 6-1　有间隙画法

2. 剖面线画法

1）在装配图上，同一零件的剖面线的方向和间隔必须一致。如图 6-3 所示为同一视图上同一零件的剖面线方向示例。图6-3b中下方零件在圆柱销左右两侧的剖面线的方向不相同，上方零件在圆柱销左右两侧剖面线的间距不相同，是错误的。正确画法如图 6-3a 所示。

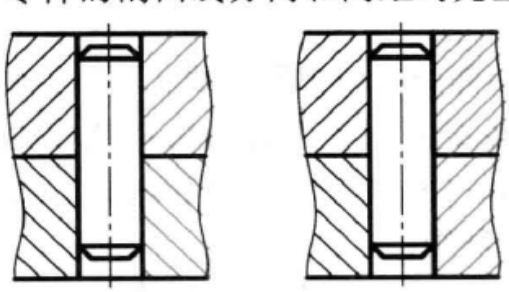


a) 正确　　b) 错误

图 6-2　间隙配合画法

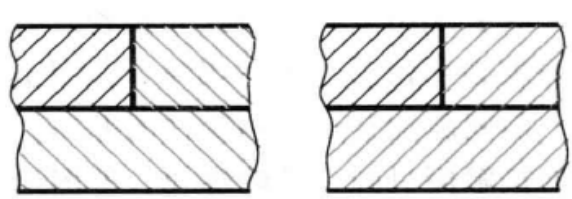
在不同的视图上，同一零件的剖面线也应方向一致，间隔相等。参见图 6-34 中阀体和填料压盖等零件在主视图和左视图中的剖面线画法。

2）不同的金属零件相互邻接时，剖面线的方向应相反，或方向一致但间隔必须不等，这样便于区别不同的零件。如图 6-4 所示共有三个零件，图 6-4b 中，三个零件的剖面线方向和间距均完全一致，是错误的。正确画法如图 6-4a。



a) 正确　　b) 错误

图 6-3　同一零件剖面线的画法



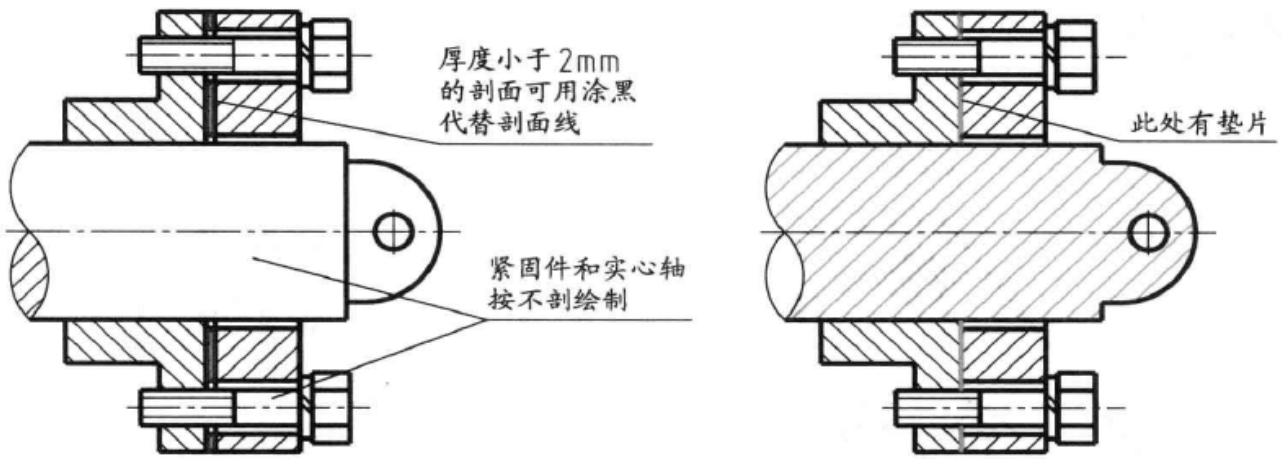
a) 正确　　b) 错误

图 6-4　不同的零件相邻时剖面线的画法

3）GB/T 17450—1998《技术制图　图线》中规定：两条平行线的最小间隔不得小于 0.7mm。由于粗实线本身有一定的宽度，因此装配图中，宽度在 2 mm 以下的狭小面积的剖面，可用涂黑代替剖面线，如图 6-5a 中的垫片。图 6-5b 中垫片未画，仅以引出的文字作说明，不是规范画法。

3. 实心轴类零件及对称实心零件的剖切画法

在装配图中，对于实心轴类零件（如轴、手柄、连杆、球、销和螺钉、螺栓



a)正确　　b)错误

图 6-5　宽度狭小的剖面用涂黑代替剖面线

等紧固件）以及对称且实心的非回转类零件（如对称且剖切面通过其轴线的键）均按不剖来绘制。在图 6-5b 上，中间的轴按剖切来处理，在轴上画出了剖面线，是错误的。正确画法如图 6-5a。

4. 剖面线的间距应和剖面大小相对应

装配图上作剖切时，往往会同时剖到数个零件，这些零件的剖面区域大小很可能不一样，画剖面线时，剖面线的间距应与剖面区域的大小相对应，剖面区域大，剖面线的间距可以适当大些，剖面区域小，则剖面线间距也适当小些。如图 6-27a 中 1 号座体和 5 号套筒零件，套筒的剖面区域比座体的剖面区域小，因此套筒的剖面线间距应该相应要小，而座体的剖面线间距应该相应要大些。图 6-27b 的画法不妥。

二、装配图特殊表达法

1. 拆卸画法

画装配图时，可以假想拆卸一个或几个零件后再进行投影绘制。用拆卸画法通常因为以下原因：①为了表示那些被遮挡零件的基本形状及其装配关系，可假想“拆卸”挡住它们的那些零件，前提是这些被“拆卸”的零件已经在其他视图上表达清楚了；②有些零件已经在其他视图上表达清楚了，没有必要重复画它们。采用拆卸画法时，应在图上注明“拆去 × × ×”等，该标注不可省略。举例参见本章第六节实例 4“滑动轴承”中错误 3。

2. 沿零件的结合面剖切

画装配图时，有时候可假想将剖切面放在零件间的结合面位置进行剖切，得到剖视图。这种沿结合面剖切的优点是：结合面两边的零件都没有被剖切到，因而都不必画剖面线，图面比较清晰；但应注意其他被剖到的零件必须画出剖面线。

图 6-6 为转子油泵，*A*—*A* 剖视图是沿泵体与垫片的结合面进行剖切的，此时泵体与垫片都没有被剖切到，所以 *A*—*A* 剖视图中泵体不必画剖面线，而联接泵体与泵盖的螺钉、销以及泵轴被剖切平面切断了，因此它们的横截断面上应当画出剖

面线，如图6-6a所示。图6-6b中，未被剖切到的泵体和被剖切到的螺钉均画出了剖面线，是错误的；图6-6c中，螺钉、销、转轴都没有画剖面线，也错了。

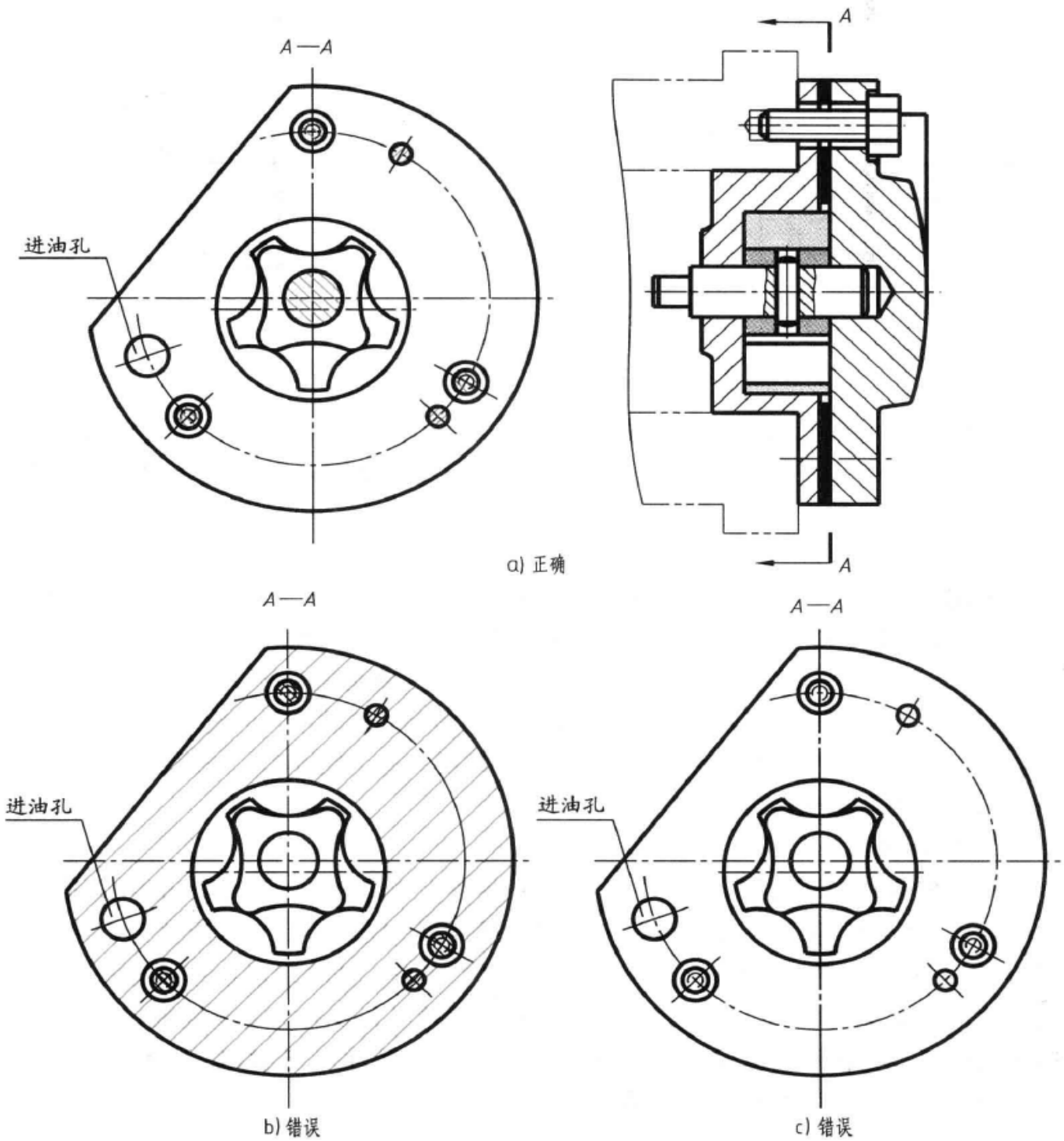


图6-6 沿零件的结合面剖切

3. 假想画法

1）当需要表达与本部件有关，但又不属于本部件的相邻零件时，可用细双点画线画出它们。注意：即使这些零件被剖切到，其断面也不画剖面线。

如图6-6所示转子油泵主视图中，用细双点画线来表达与转子油泵相连接的油管。画出油管是为了表达转子油泵的安装方法。这里管道虽然被剖到了，但由于管

道不属于油泵上的零件，因此不画剖面线。

又例如图 6-7 所示的车床尾架装配图，尾架安装在机床的工作台面上，工作台与尾架相邻但不属于尾架部件。这里工作台应用细双点画线表示，如图 6-7a 中所示。图 6-7b 中，把下方机床台面用虚线表示、工作台中画剖面线都是错误的。

2）当部件中有运动零件时，可用细双点画线表示运动零件的极限位置，如图 6-7 车床尾架中扳手的极限位置。图 6-7b 中，用细实线来表示扳手在右边的极限位置是错误的。正确画法如图 6-7a 所示。

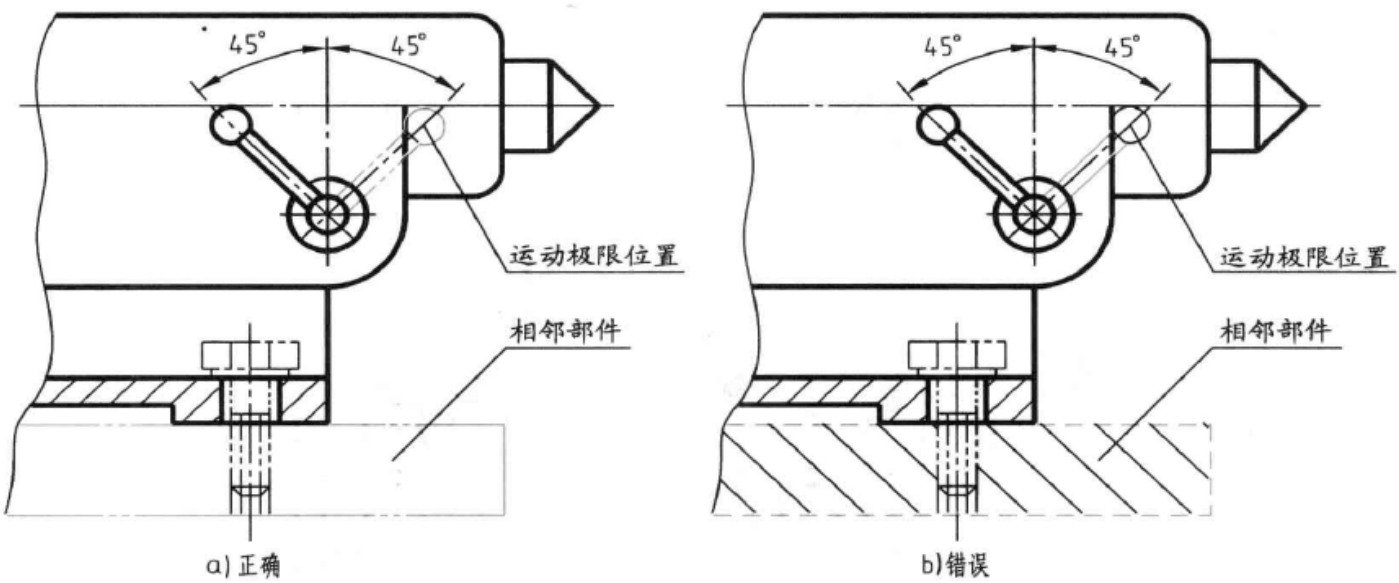


图 6-7　运动零件极限位置的表达

3）当假想零件遮挡了需要表达的主题零件时，注意主题零件的轮廓线应照常画出。这样可以清晰地表达出主题零件的结构。

在图 6-8b 中，主题零件的轮廓线因被假想零件遮挡而未画出，这是错误的，图 6-8a 是正确的。

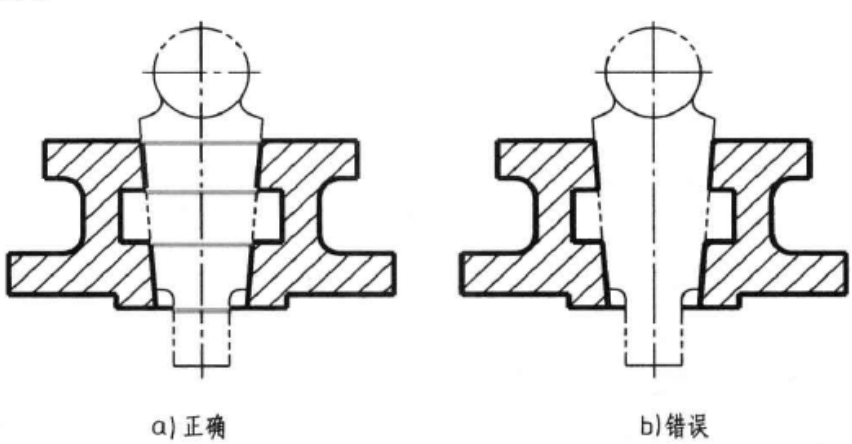


图 6-8　假想零件不可遮挡主题零件

三、简化画法

1）对于装配图中若干相同的零（组）件，可详细画出其中的一件或一组，其

余用细点画线表示出中心位置即可。如图6-6所示的转子油泵，泵体与泵盖通过三个螺钉联接。主视图上方绘制了一个螺钉，其余螺钉的绘制可省略，但表达螺钉位置的细点画线不能省略。

2）装配图上被遮挡住的零件轮廓线，若其结构已在本视图或其他视图中表达清楚了，则不必画虚线。图6-9a中，阀体内的弹簧被中心杆所遮挡，阀盖与阀体内腔的轮廓线又被弹簧遮挡，弹簧、阀盖及阀体内腔的结构在视图中均表达得很清晰，因此没必要画出这些零件被遮挡部分的轮廓线；图6-9b中用细虚线画出了弹簧、阀盖端面与阀体内腔被遮挡部分的轮廓线，影响图面清晰，不妥。

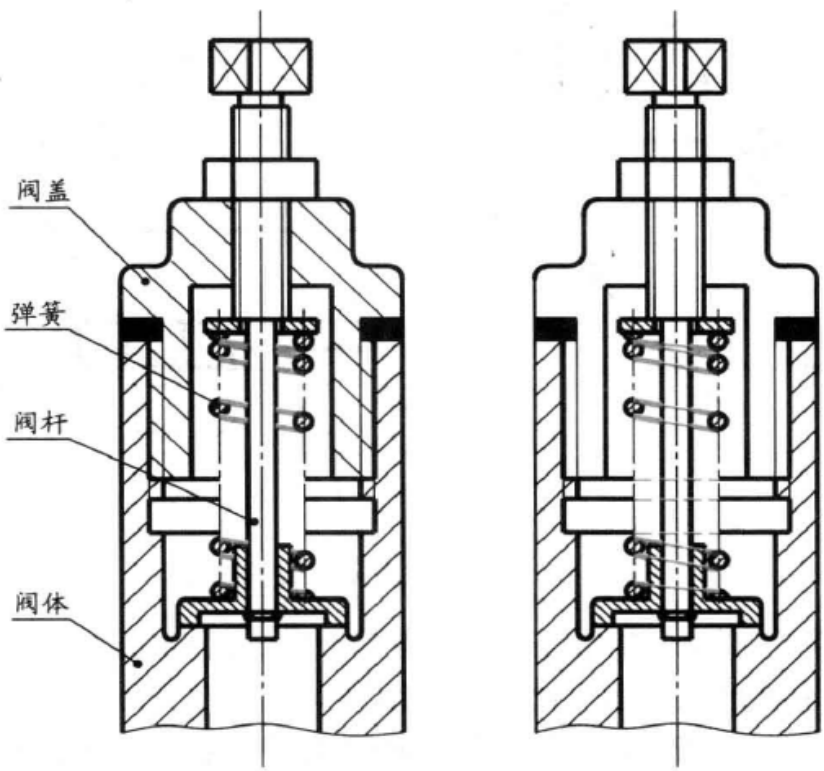


图6-9 被遮挡零件轮廓线的处理

四、其他注意事项

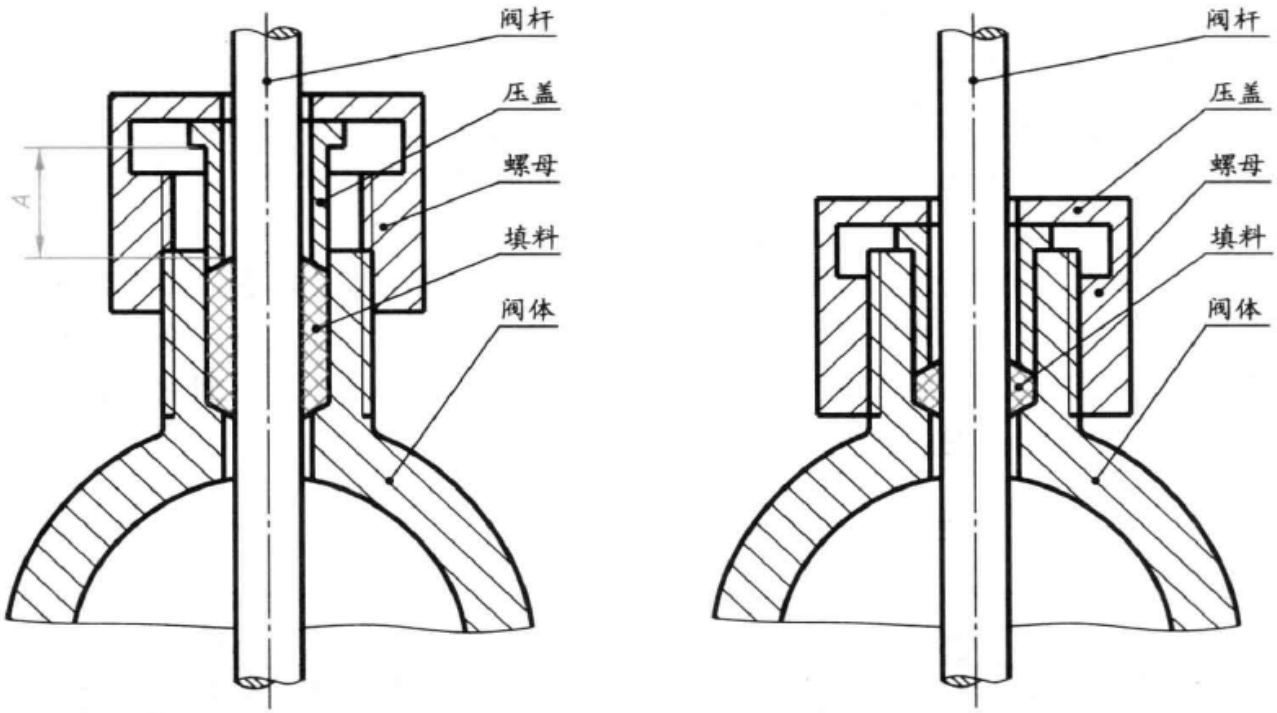
1. 应表达出零件位置的最大调节量

在某些产品设备中，有些零件因使用会逐渐磨损，为了补偿这些磨损量，要求相应的零件在设备中的位置具有可调性。绘制装配图时，应表达出零件位置的最大调节量。如图6-10所示的密封装置，通过螺母旋转，螺母可压紧压盖，压盖又可压紧填料，以保证阀杆和阀体间的密封。

图6-10a中表示出压盖的状态有调节余地，调整量为A，而图6-10b中错误在于压盖已经到了极限位置，没有调节余地了。

2. 应绘制零件安装后的形状

某些零件在安装后，其形状与自由状态不一样，如：弹簧垫圈、铆钉、开口销等。此类零件应按安装后的形状画在装配图上。

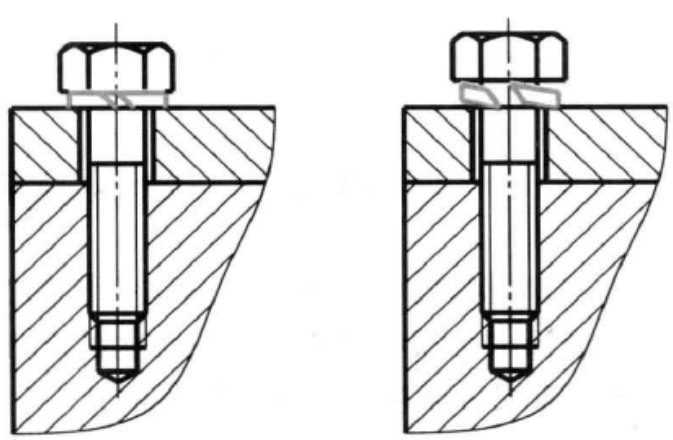


a)正确　　b)错误

图 6-10　表达零件位置的最大调节量

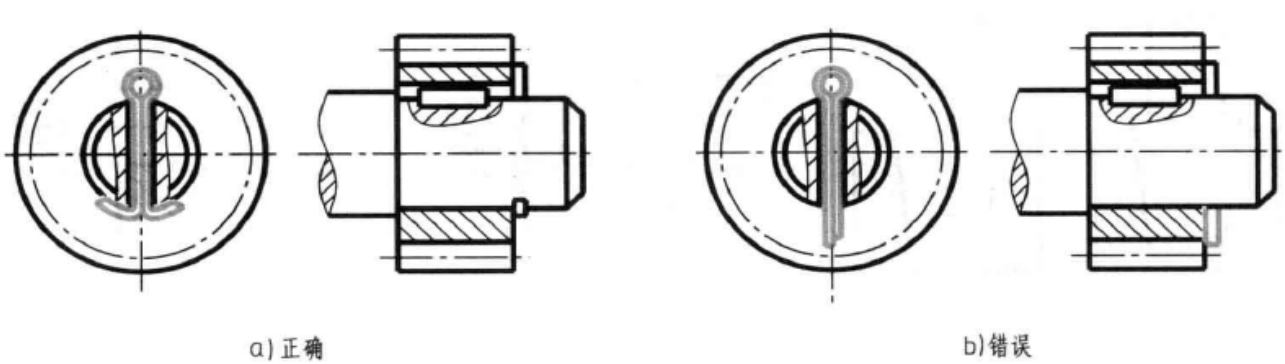
例如弹簧垫圈装配后会被压平，在图 6-11b 中，弹簧垫圈的形状是其在自由状态时的形状，画法不正确。图 6-11a 中所画形状则是弹簧垫圈与螺钉安装在一起后的形状，画法正确。

同样，图 6-12b 中，开口销的形状是其在自由状态时的形状，不正确。而图 6-12a 中所画形状则是开口销与其他零件安装在一起后的形状，画法正确。



a)正确　　b)错误

图 6-11　按零件安装后的形状绘制示例一



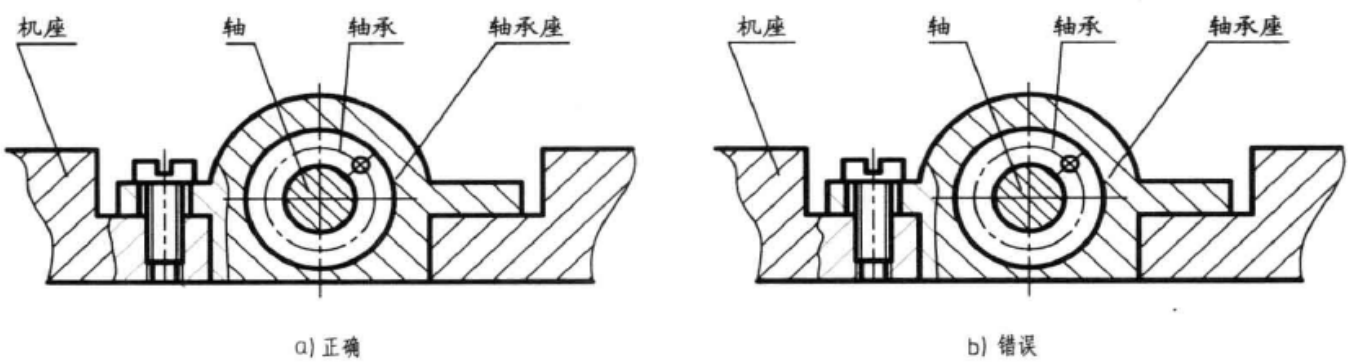
a)正确　　b)错误

图 6-12　按零件安装后的形状绘制示例二

3. 在剖视图的剖面中再作局部剖

为了在视图上更多地表达机器或部件的结构，有时需要在剖视图的剖面中再作局部剖。此时应注意剖视图与局部剖视图中剖面线的画法应有区别。由于属于同一个零件，因此剖面线的方向和间隔应相同；但间隔必须相互错开，以表示两者属于不同层面的剖切面。

图6-13剖视图中表达了轴、轴承、轴承座、机座的装配关系。其中轴承座与机座用螺钉联接，而该螺钉轴心线并不在主剖视面上。为了表达它，在主剖视图上又作了一个局部剖。图6-13b中，同一零件的机座、轴承座在两个剖面中剖面线均未相互错开，是错误的。图6-13a是正确的。



a) 正确　　b) 错误

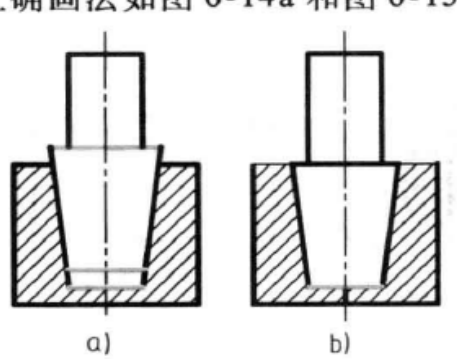
图6-13　剖视图中再作局部剖时剖面线的画法

第二节　合理的装配结构的表达

为了保证机器（或部件）的工作性能，同时保证零件在加工与装卸中的方便性，在设计中必须考虑机械装配结构的合理性，并在装配图上准确表达。

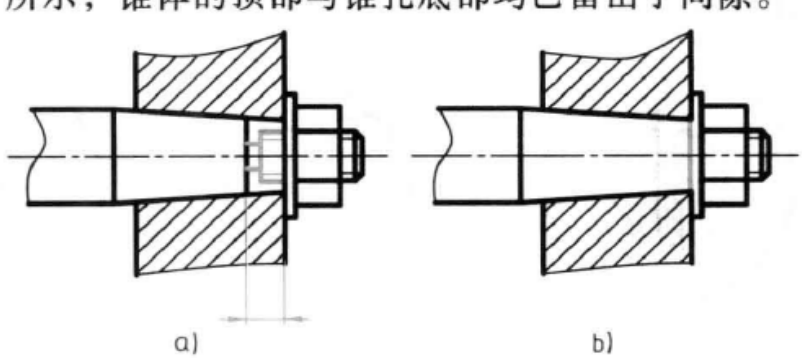
一、有配合要求的圆锥面的顶面

有配合要求的圆锥面，在锥体顶部与锥孔底部之间应当留有间隙，以降低加工要求。图6-14b和图6-15b中，锥体顶部与锥孔底部均未留出的间隙，是错误的。正确画法如图6-14a和图6-15a所示，锥体的顶部与锥孔底部均已留出了间隙。



a)　b)

图6-14　有配合要求的圆锥面示例一



a)　b)

图6-15　有配合要求的圆锥面示例二

二、两个装配在一起的零件，在同一方向上的接触面只宜有一处

如果零件同一方向有两个接触面，就势必要保证两接触面的相对位置一致，从而大大提高了零件各结构间的相对位置精度及零件对加工的要求，增加了制造成本。因此如非必要，一般应避免零件上出现这种结构，装配图上应正确表达这点。

如图 6-16a 所示，在阶梯轴和阶梯孔的装配结构中，径向只宜有一个接触面：下面的小圆柱面为接触面，中心线两侧均只画一条直线，为轴与孔的公共轮廓线；上面的大圆柱面为非接触面，分别画出了轴和孔的轮廓线，两者间有间隙，是正确的。图 6-16b 中，小圆柱面和大圆柱面均为径向接触面，这种画法是错误的。

又如图 6-17a 所示的装配结构中，轴向也只宜有一个接触面。这里大圆柱的轴肩为接触面，端面之间无间隙，而小圆柱的轴端为非接触面，此处画有两条轮廓线，分别是轴端面和孔底面的轮廓线，表示了两者的间隙，这样画是正确的。而图 6-17b 中，大圆柱的轴肩和小圆柱的轴端都画成接触面，显然是错误的。

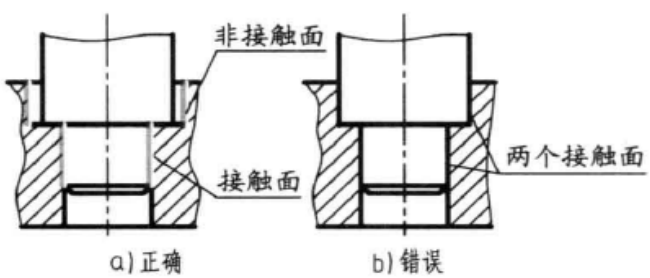


图 6-16　同一方向的接触面只宜有一处示例一

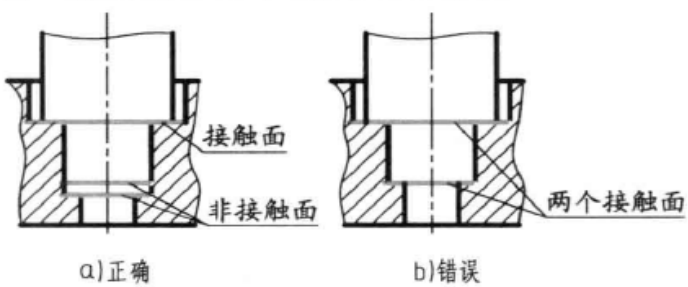


图 6-17　同一方向的接触面只宜有一处示例二

三、减少加工面积的结构

为了保证螺纹联接件与被联接的零件表面接触良好，应对接触的表面进行加工，使其光滑，但为降低加工成本，加工面积不宜过大。为此可在螺栓（钉）联接处设计出沉孔或者凸台，如图 6-18a 中表示的结构为沉孔，图 6-18b 为凸台；而图 6-18c 中为毛坯面，既未画沉孔，也未画凸台，这种结构不太合理。

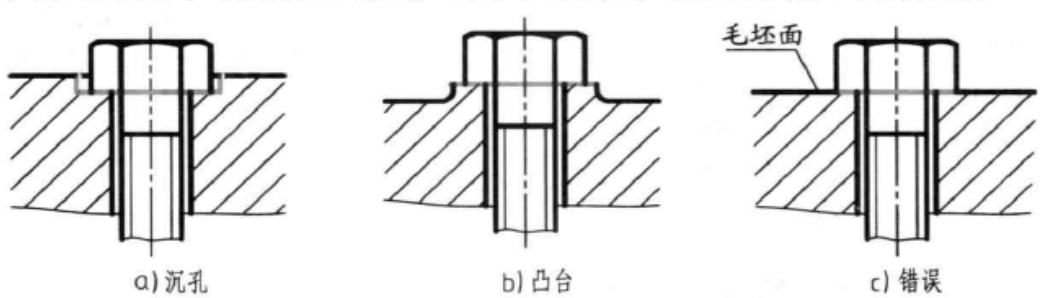
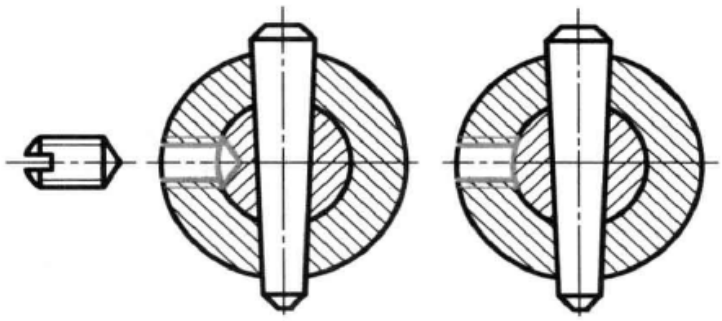


图 6-18　减少加工面积的结构

四、回转运动的零件上定位销与销孔的配钻结构

为避免轴和套两零件配钻加工过程中发生相对转动，保证轴和套的相对位置精度，可分别在套和轴上设计出螺纹孔和锥坑，装入紧固螺钉，将两者预先定位。图 6-19a 中，轴套上画出了螺纹孔，轴上画出了与紧定螺钉尾部锥度相同的锥坑，螺钉可以旋入，这种结构较合理。图 6-19b 中，轴上没有锥坑，螺钉不可能旋入轴内，套和轴间也就无法正确定位，这显然满足不了加工的要求，故图 6-19b 的结构不合理。



a) 正确　　b) 错误

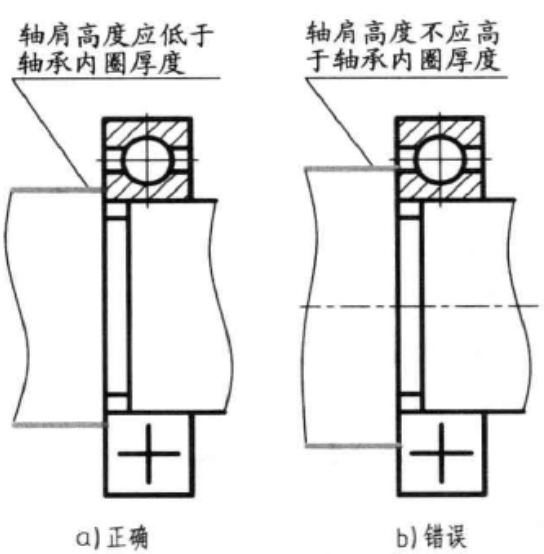
图 6-19　回转运动的零件上定位销与销孔的配钻结构

五、轴承与定位结构的画法

轴承的轴向定位是靠轴肩或孔肩实现的。为了装拆方便，轴肩的高度应小于轴承内圈的厚度，孔肩的高度也应小于轴承外圈的厚度。

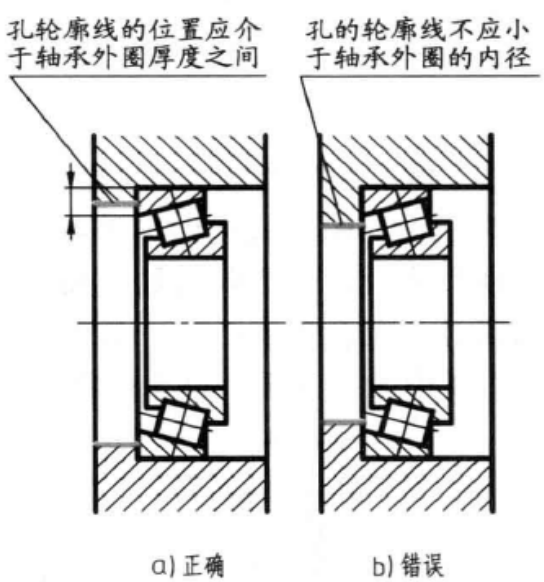
图 6-20b 中，将轴肩的高度画得大于轴承内圈的厚度，是错误的；图 6-20a 所绘是正确的。

图 6-21b 中，将孔肩的高度画得大于轴承外圈的厚度，是错误的；图 6-21a 所绘是正确的。



a) 正确　　b) 错误

图 6-20　轴承内圈与定位轴肩的画法



a) 正确　　b) 错误

图 6-21　轴承外圈与定位孔肩的画法

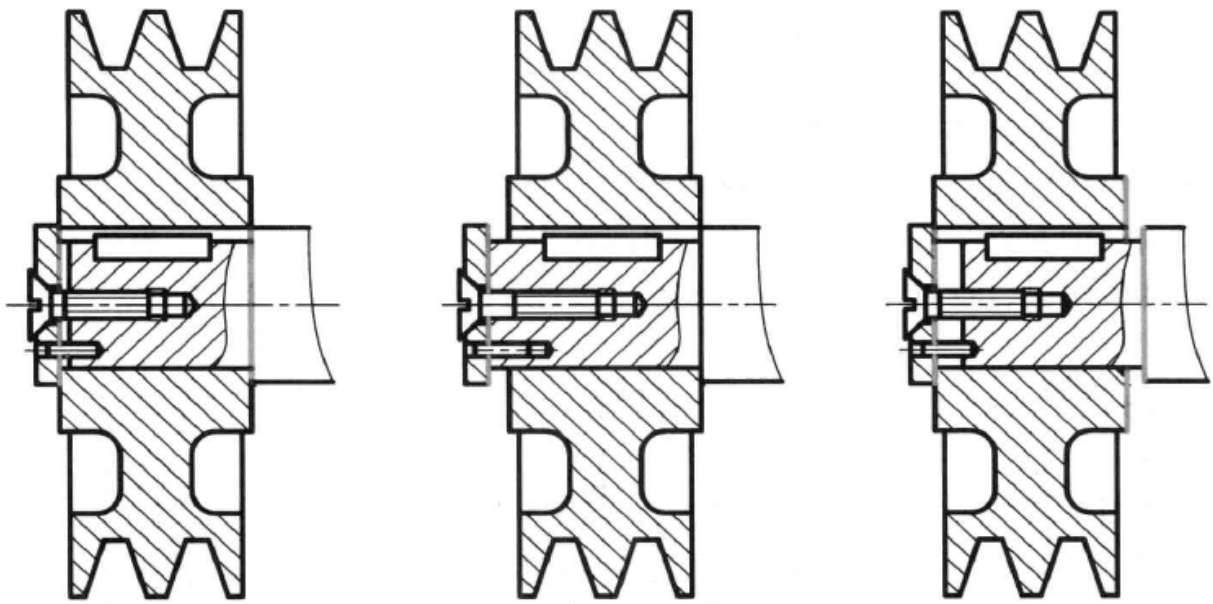
六、防止零件沿轴向窜动的结构

某些产品上轴系零件安装之后，要求位置固定，不允许沿轴向窜动。

如图 6-22a 所示的带轮的定位。在安装过程中，通过拧紧螺钉，使挡圈的右端面紧靠带轮的左端面，而带轮的右端面紧靠轴肩，从而固定了带轮在轴上的位置。挡圈与带轮、带轮与轴肩之间都无间隙。

在图 6-22b 中，挡圈与带轮间存在间隙，显然带轮会有沿轴向窜动的余地，是错误的。

在图 6-22c 中，带轮与轴肩存在间隙，带轮也没有定位，因此也是错误的。



a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 6-22　防止零件沿轴向窜动的画法

该结构的常见错误还可参见第六节实例 1“铣刀头”中错误 1 和错误 2。

七、剖切假想零件的画法

假想零件被剖切时，该零件的剖切面上不应画剖面线。

图 6-23 为某钻模的装配图，这里工件是假想零件。图 6-23b 中，在工件的剖面里画了细实线，上部分的剖面里画细实线，下部分的剖面里画细双点画线，都是错误的。正确画法如图 6-23a 所示，假想零件工件的剖面中不画剖面线。

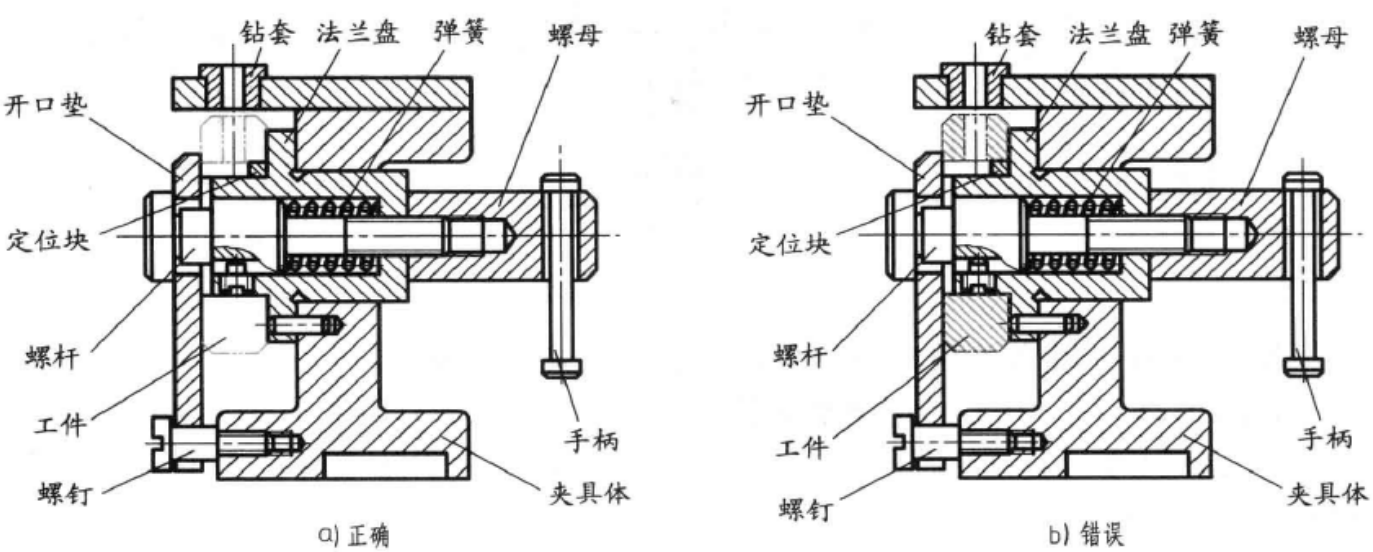


图 6-23　剖切假想零件的画法

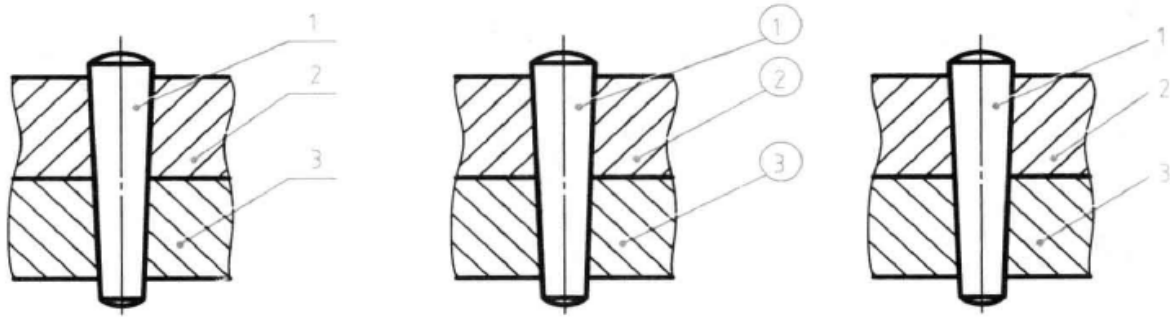
第三节　装配图中的零件明细栏和零、部件序号的编排

为了看图方便，必须对装配图上的所有零部件、标准件等进行编号，并按序号

将其一一对应写入零件明细栏内。编写零件序号、填写零件明细栏时必须遵循技术制图国家标准的相关要求。

一、零、部件序号的编排

零件序号由指引线、横线（或圆圈）以及数字组成，也可由指引线和数字组成。指引线的起点一般是实心圆点，如图6-24所示，有三种画法。当所指零件的实体结构较小时，也可用箭头指在该零件的轮廓线上，如图6-27所示。



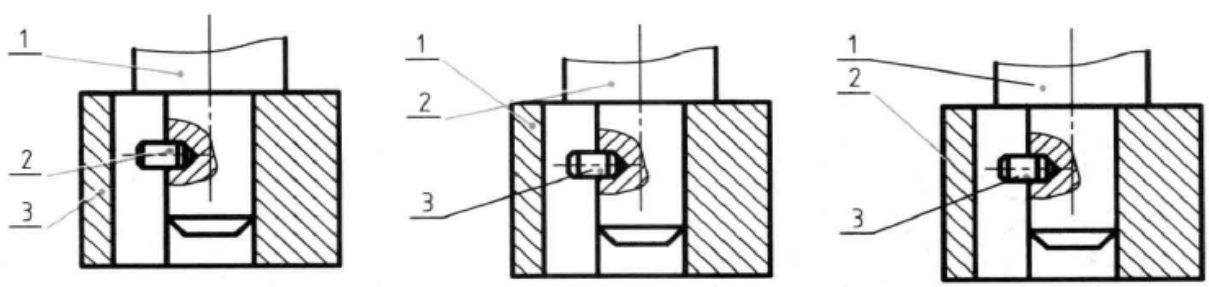
a）方式一　　b）方式二　　c）方式三

图6-24　零、部件序号的编排

在装配图上编排零件序号时应注意以下几方面。

1. 指引线间不得相交，当指引线通过剖面线区域时应避免与剖面线平行

在图6-25b中，序号1和序号2两指引线相交，是错误的；而在图6-25c中，序号2的指引线与剖面线平行，且无圆点，也错了。图6-25a为正确的表达方式。



a）正确　　b）错误　　c）错误

图6-25　指引线的画法一

2. 引线端部的水平横线用细实线绘制，长度应一致

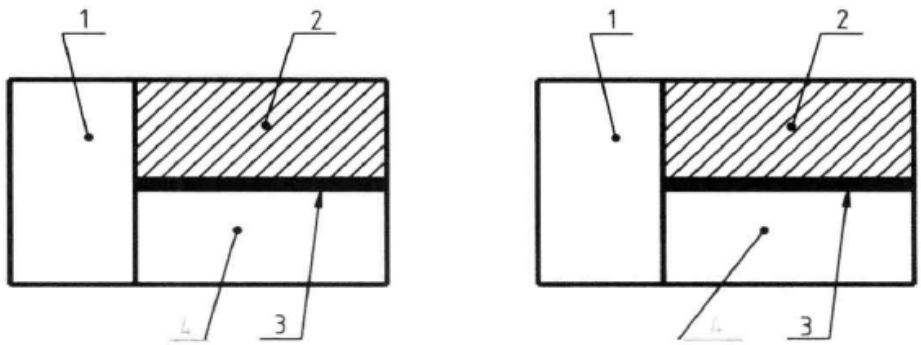
在图6-26b中，序号4引线端部的水平横线比其他序号引线端部的水平横线要略长，是错误的。正确的画法如图6-26a所示，各序号引线端部的水平横线长度相同。

3. 零件序号数字的字号

零件序号数字的字号应该比图样上的尺寸数字的字号大1～2号，但所有序号数字的字号大小应该一致。6-27b中，零件序号数字与图样上的尺寸数字的字号大小相同，是错误的，正确画法如图6-27a所示。

4. 指引线的圆点的位置

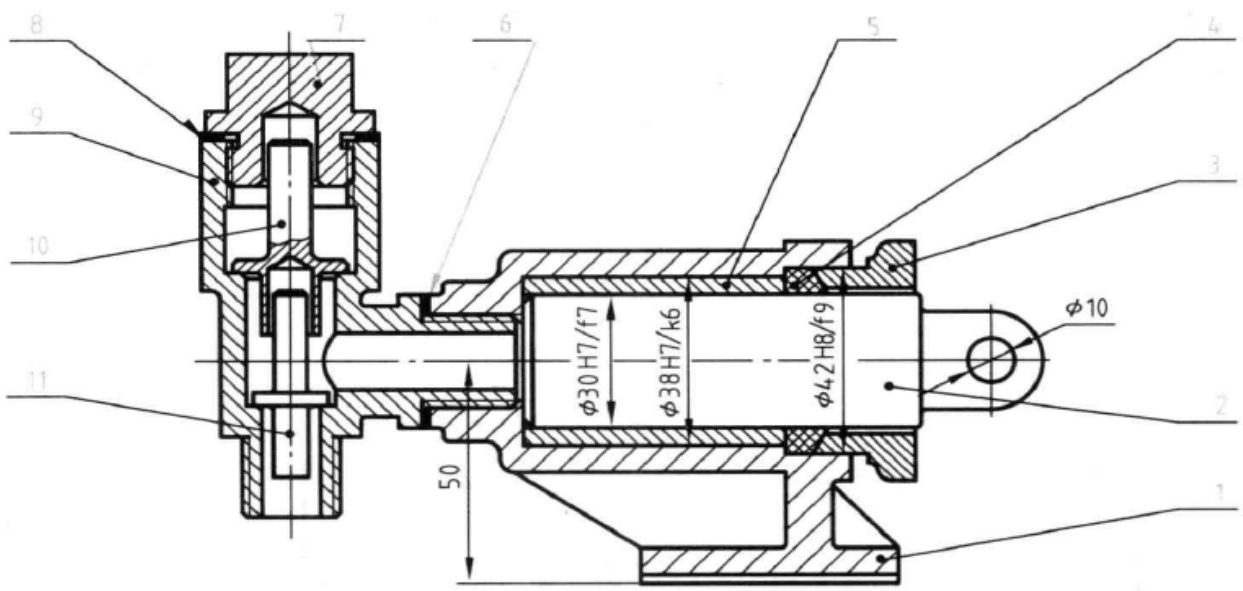
指引线的圆点应画在所指零件的实体内；当所指零件的实体结构较小时，可改



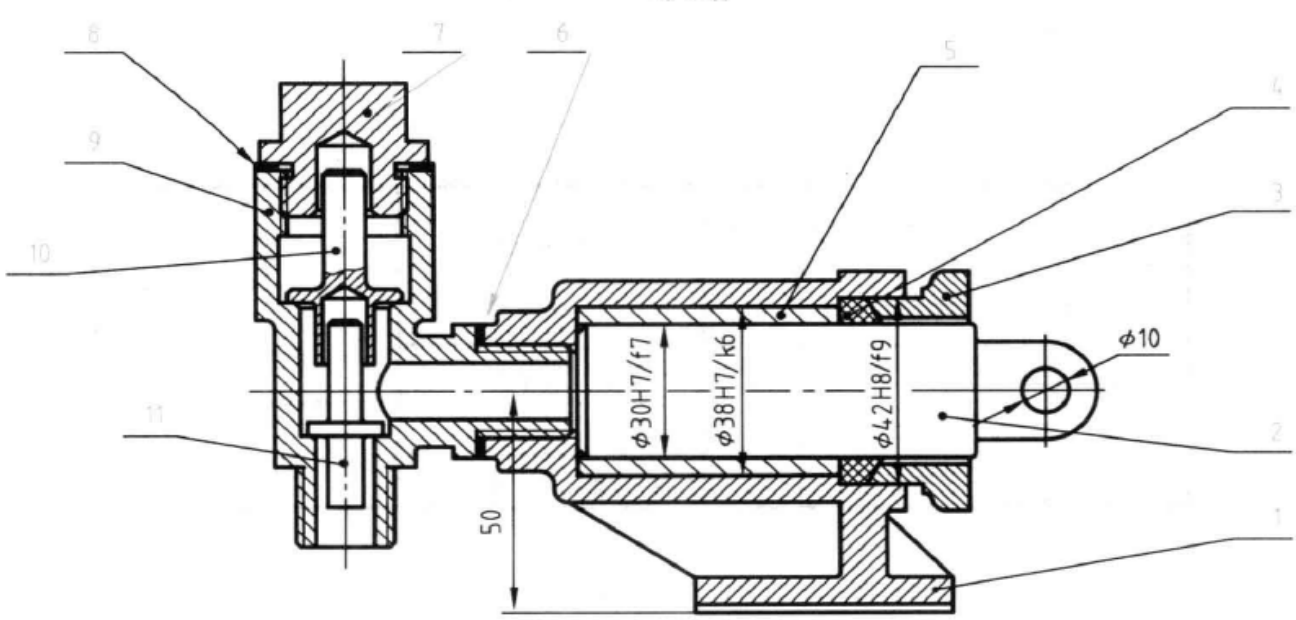
a) 正确　　b) 错误

图 6-26　指引线的画法二

用箭头指在该零件的轮廓线上。图 6-27b 中，零件 6 的箭头与该零件的轮廓线有间隙，是错误的。正确画法如图 6-27a 所示。



a) 正确



b) 错误

图 6-27　序号数字与序号排列

5. 序号应按水平或竖直的方向排列整齐

图6-27b中，零件序号10、11没有与序号8、9竖直对齐，序号4、5没有与序号6、7、8水平方向对齐，是错误的，正确画法如图6-27a所示。

6. 统一方向、顺次编写

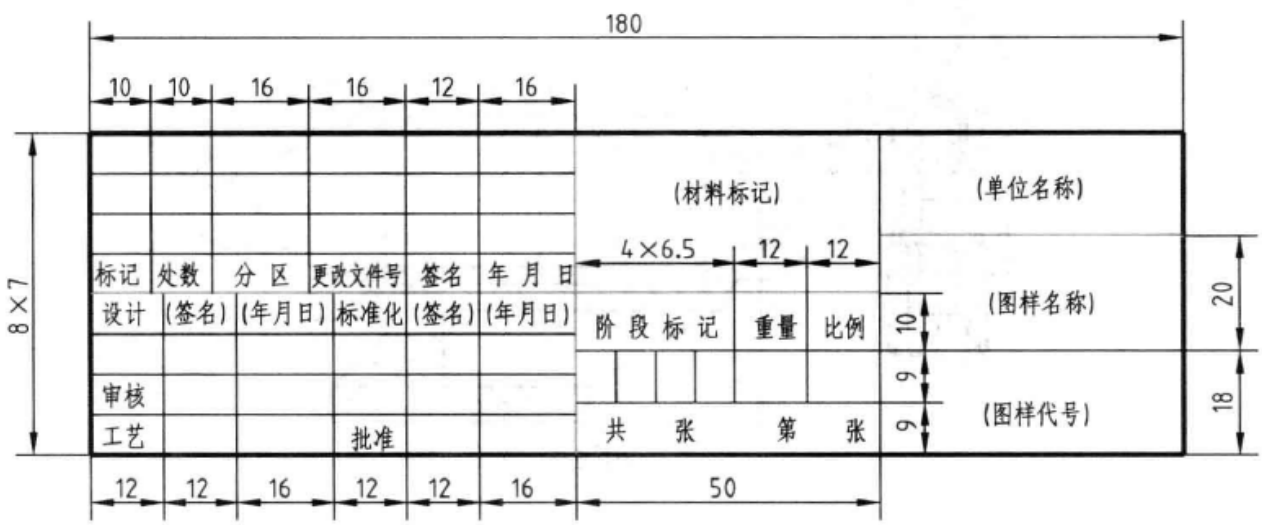
参见本章第六节装配图实例四中错误①。

二、标题栏与零件明细栏的绘制

国家标准《技术制图　标题栏》（GB/T 10609.1—2008）和《技术制图　明细栏》（GB/T 10609.2—1989）中，对标题栏和零件明细栏的绘制均作了具体规定。《技术制图　标题栏》标准为推荐标准，有些大型企业可能会根据自身的实际情况，自行设计标题栏格式。

1. 标题栏

标题栏格式和尺寸规格，国家标准《技术制图　标题栏》国家标准（GB/T 10609.1—2008）中规定如图6-28a所示。标题栏外框为粗实线，而所有框内线段均为细实线。图6-28b中把框内某些线段画成了粗实线，是错误画法。



a) 正确



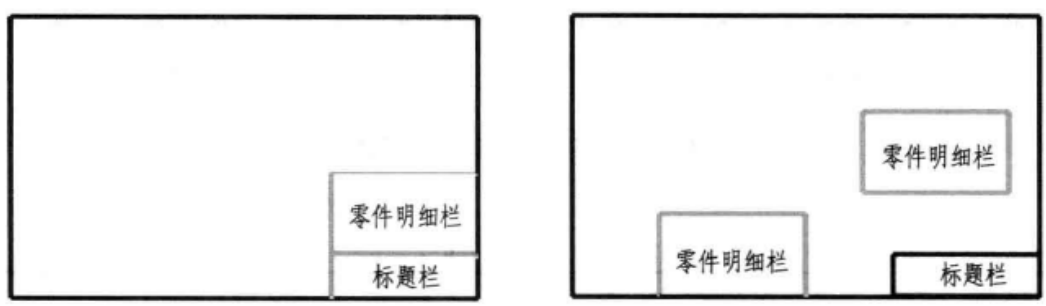
b) 错误

图6-28　标题栏格式

2. 零件明细栏

（1）零件明细栏的位置　根据图面情况，明细栏可以画在标题栏的上边或左边，必须应该紧邻标题栏，两者中间不允许有间隔（当装配图由两张或多张绘出时，零件明细栏应放在第一张图上）。

在图 6-29b 中，零件明细栏未紧邻标题栏上方和左方，是错误的；图 6-29a 所示位置是正确的。



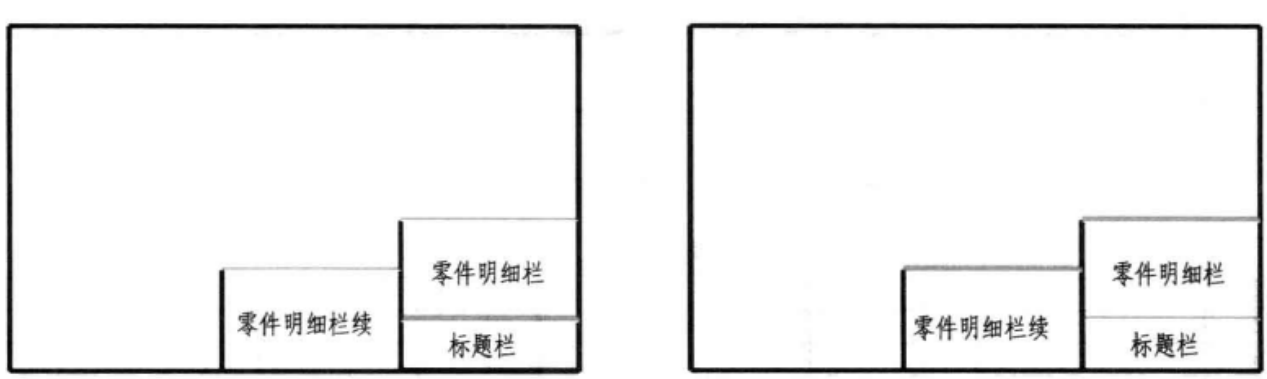
a) 正确　　b) 错误

图 6-29　零件明细栏的位置

（2）零件明细栏图线　明细栏用两种图线绘制。其中明细栏外框的竖直线以及与标题栏的分界线是粗实线，其余均为细实线（包括外框最上方的横线以及栏内所有直线）。

图 6-30b 中有两处错误：一是零件明细栏最上方画成粗实线；二是明细栏与标题栏的分界线画成细实线。正确画法如图 6-30a 所示。

图 6-31b 中错误在于，零件明细栏内项目名称与项目内容之间的分界线画成了细实线。正确画法如图 6-31a 所示。

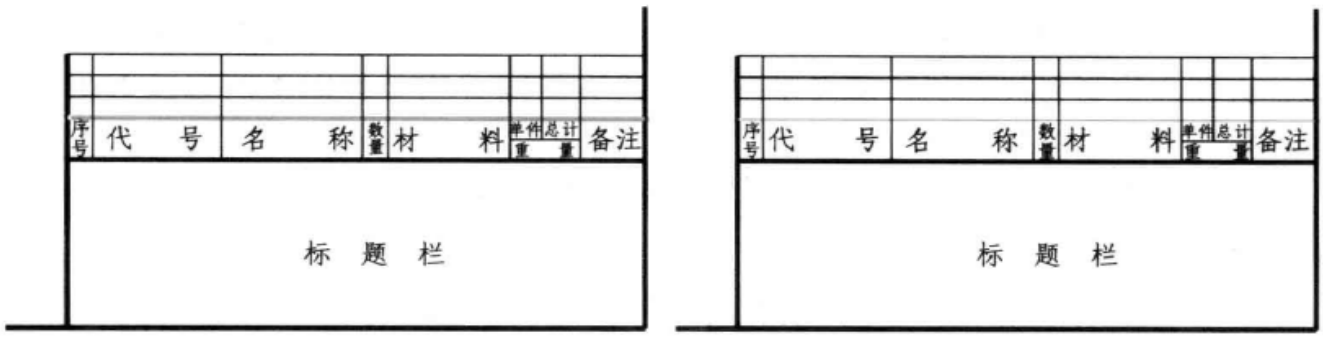


a) 正确　　b) 错误

图 6-30　零件明细栏的图线一

（3）零件明细栏的内容与尺寸　国家标准（GB/T 10609.2—1989）对零件明细栏的内容与尺寸作了统一规定，如图 6-32 所示。

（4）明细栏内零件序号的填写顺序　零件的序号应从下向上顺次填写。图 6-33b中，序号从上向下顺次填写是错误的。正确填写顺序如图 6-33a 所示。



a) 正确　　b) 错误

图 6-31　零件明细栏的图线二

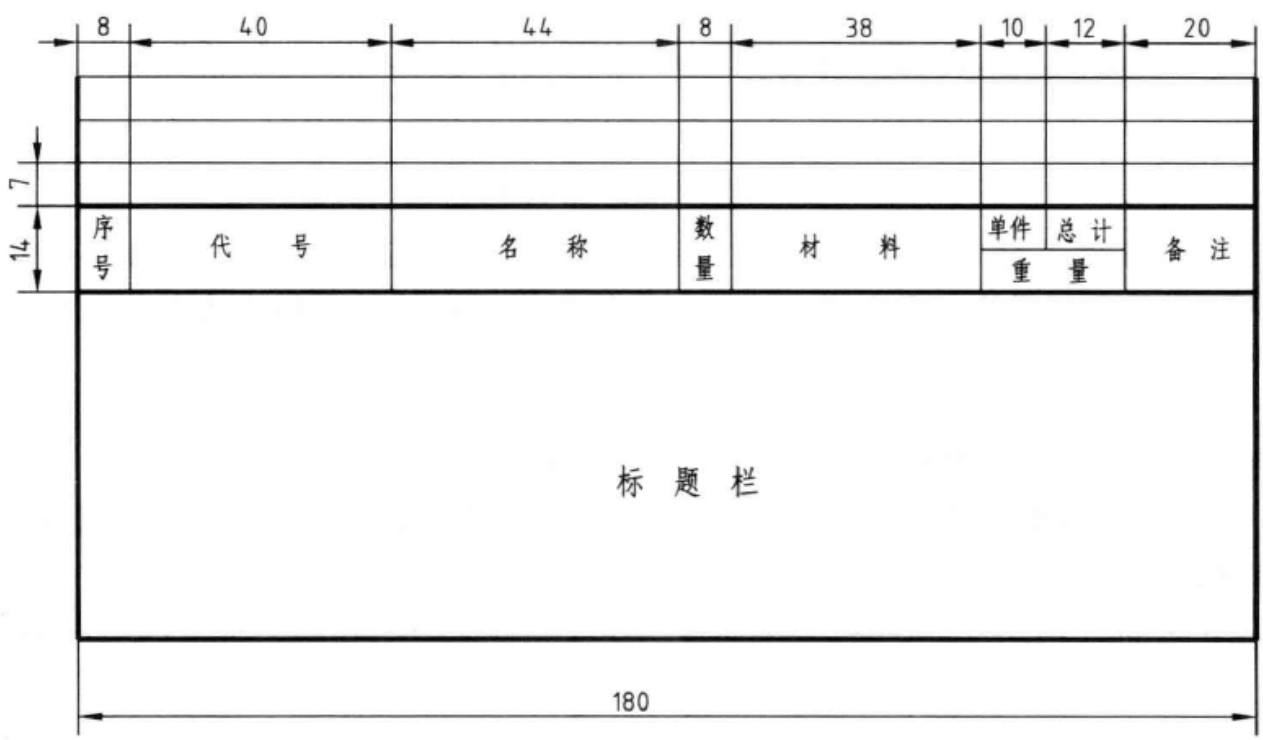
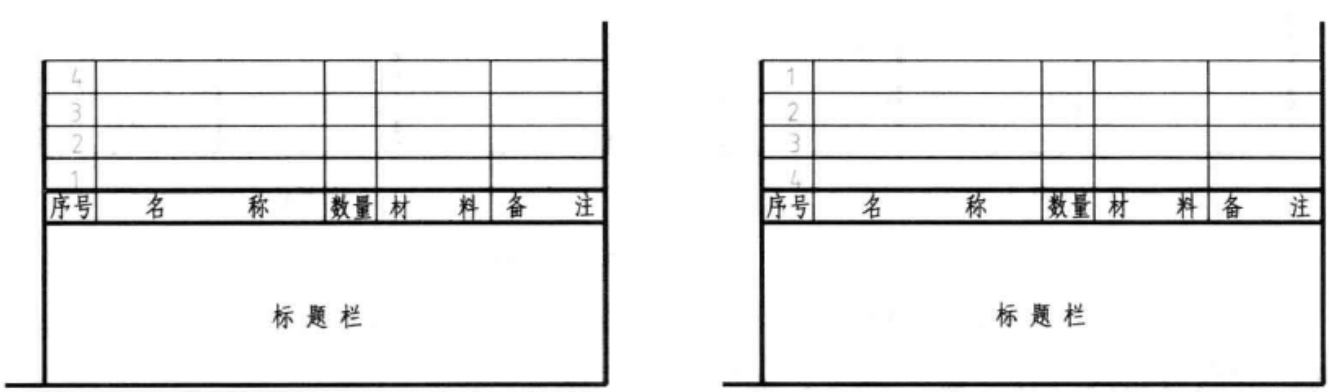


图 6-32　零件明细栏格式



a) 正确　　b) 错误

图 6-33　零件序号填写顺序

第四节　根据装配图拆画零件图

在机器（或部件）的设计过程中，常常要根据装配图来绘制零件图，简称为拆图。拆画的零件图不仅应符合设计要求（即能实现机器或部件的功能），还要符合工艺要求，同时还应适当注意美观。

一、零件视图的选择

拆画零件图时，其视图的选择方案应符合零件图视图选择的原则，而不是简单不变地从装配图上抄画下来。

例 6-1　从图 6-34 旋塞装配图（限于书页幅面，标题栏未按国家标准绘制）上拆画序号 4 的阀杆零件图。所画零件图的主视图见图 6-35。阀杆属轴类零件，确定主视图时，应按加工位置摆放，即水平放置，轴心线侧垂。图 6-35b 中，将阀杆垂直放置，这是其工作位置，而不是加工位置，因此不正确；正确位置的选择如图 6-35a 所示。图 6-36 为填料压盖的主视图，同样原因图 6-36b 是错误的，图 6-36a 是正确的。

二、零件结构形状的处理

1. 补全装配图中未表达清楚的结构

在装配图中，零件间往往会出现互相遮挡的现象，加上允许对倒角、退刀槽等采用省略画法，这些都会导致零件结构未被完整表达。在拆画零件图时，应把这些被遮挡的图线和被省略的结构补全，实现零件结构的完整。

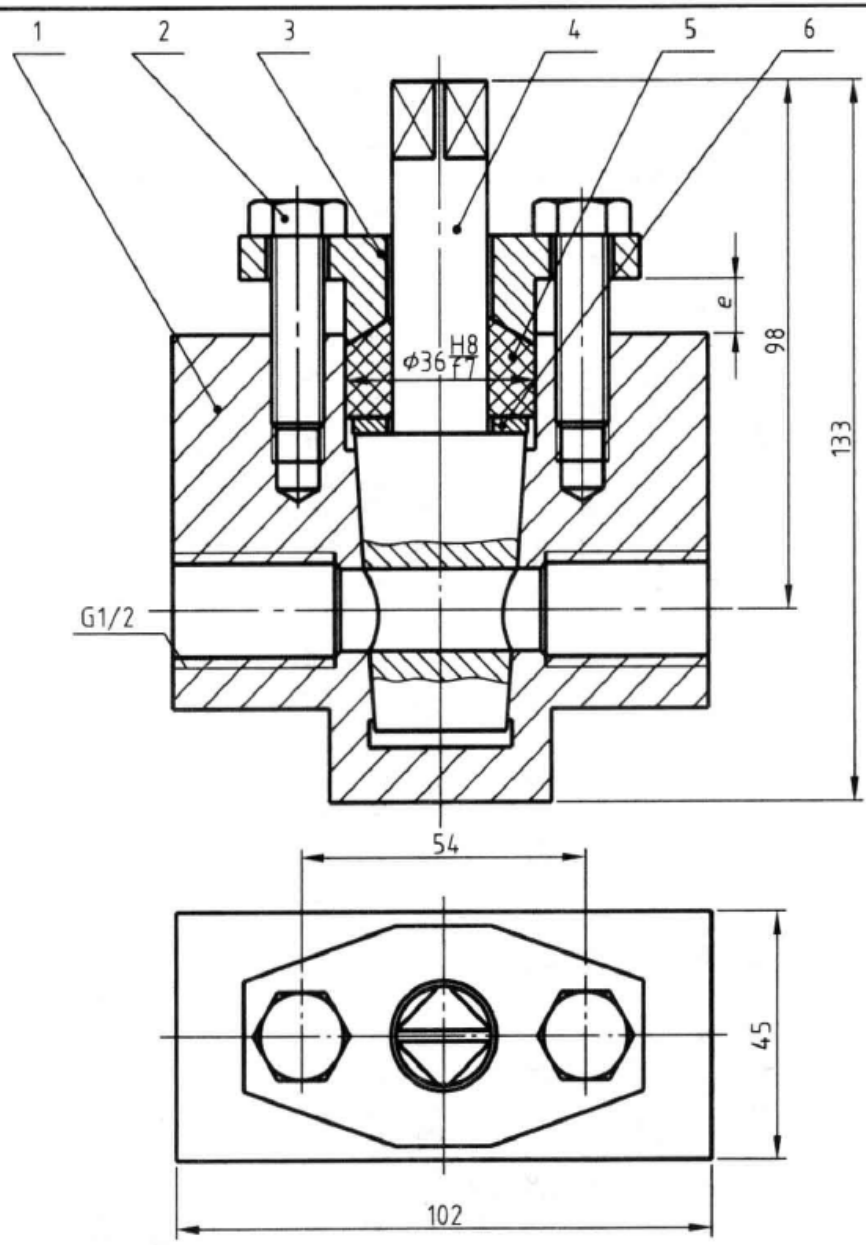
例 6-2　从 6-34 旋塞装配图上拆画序号 3 填料压盖的零件图。正确的画法如 6-36a所示。从工艺分析，填料压盖的孔端应该有倒角，装配图上省略了，但零件图上不能省略；此外，由于填料遮挡了压盖内孔的部分轮廓线，拆画零件图时，这部分轮廓线也应补上。在图 6-36b 中，既未画填料压盖上孔的倒角，也未画压盖被遮挡的轮廓线，是错误的。

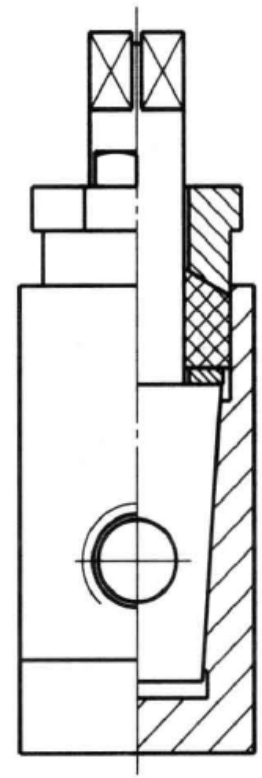
2. 拆画零件图应按零件装配前的结构形状绘制

某些零件装配后其形状发生了变化，装配图绘制的是变化后的形状。对这类零件进行拆画零件图时，应该按其装配前的结构形状来绘制。这与装配图的绘制正好相反。

图 6-37 表示了零件在铆接前后形状的不同。图 6-37a 为装配图，图 6-37b 和图 6-37c 为拆画的零件图。图 6-37c 画的是零件铆接后的形状，是错误的；图 6-37b为零件铆接前的形状，是正确的。

图 6-38 表示了零件在卷边前后形状的不同。图 6-38a 为装配图，图 6-38b 和 6-38c 为拆画的零件图。图 6-38c 画的是零件卷边后的形状，是错误的；图 6-38b 则画出了零件卷边前的形状，是正确的。





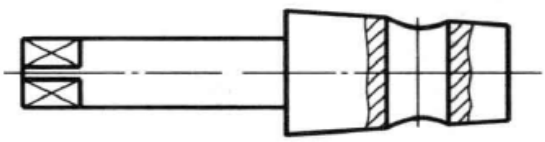
技术要求

1. 旋塞关闭位置时，不得有泄漏；
2. 工作压力为0.25MPa；
3. 填料压紧后的高度约为12。

6	垫圈 A18	1	20	
5	填料	1	石棉绳	
4	阀杆	1	45	
3	填料压盖	1	Q235-A	
2	螺栓 M10×25	2	30	GB/T 5783—2000
1	阀体	1	20	
序号	名称	数量	材料	备注

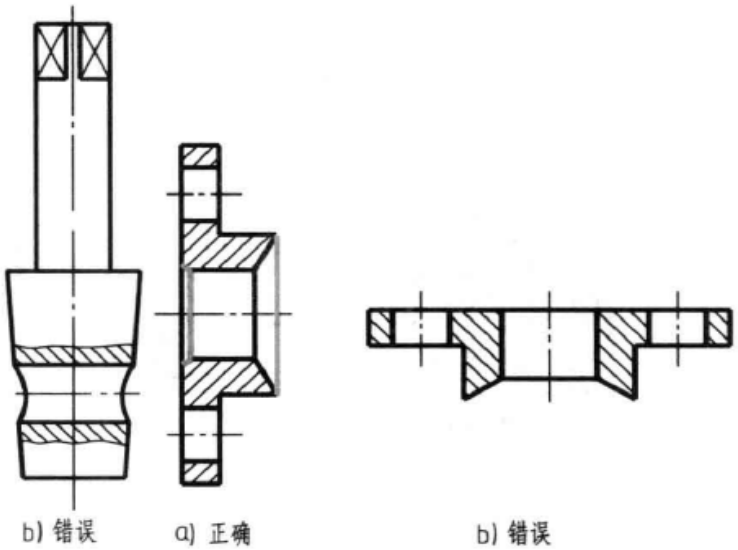
旋塞装配图			比例		XS-00	
			件数			
制图		（日期）	重量		共6页	第1页
描图		（日期）				
审核		（日期）				

图 6-34　旋塞装配图



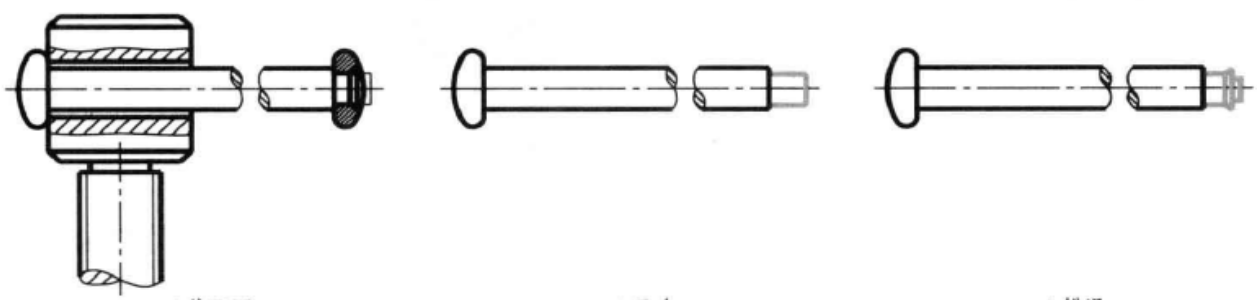
a) 正确　　b) 错误

图 6-35　阀杆的主视图



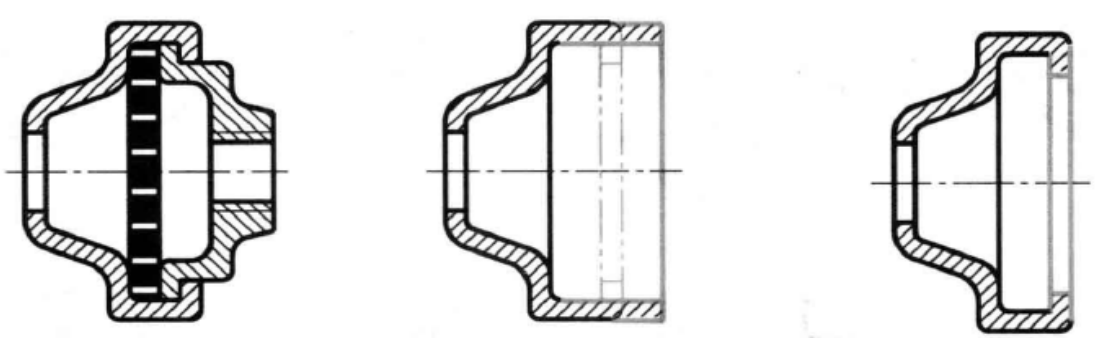
a) 正确　　b) 错误

图 6-36　填料压盖零件图



a) 装配图　　b) 正确　　c) 错误

图 6-37　拆画铆接类零件



a) 装配图　　b) 正确　　c) 错误

图 6-38　拆画卷边类零件

第五节　常见的机械结构与装置

机器由各种装置、各类机构（包括零件）组成，机械产品的装配图必须正确的表示这些机构与装置。本书所列举的机构装置的画法，仅涉及一些机构装置画法中容易出错之处。

一、传动装置与机构

1. 带传动与链传动

机械中除了广泛使用齿轮传动外，还经常使用带、链等。在装配图中，可采用

简化画法来表示带传动与链传动。即用细实线表示传动带，用点画线表示传动链条。

图6-39所示为带传动的简化画法。在图6-39b和图6-39c中，分别用粗实线和点画线表示传动带，是错误的；正确画法如图6-39a所示。

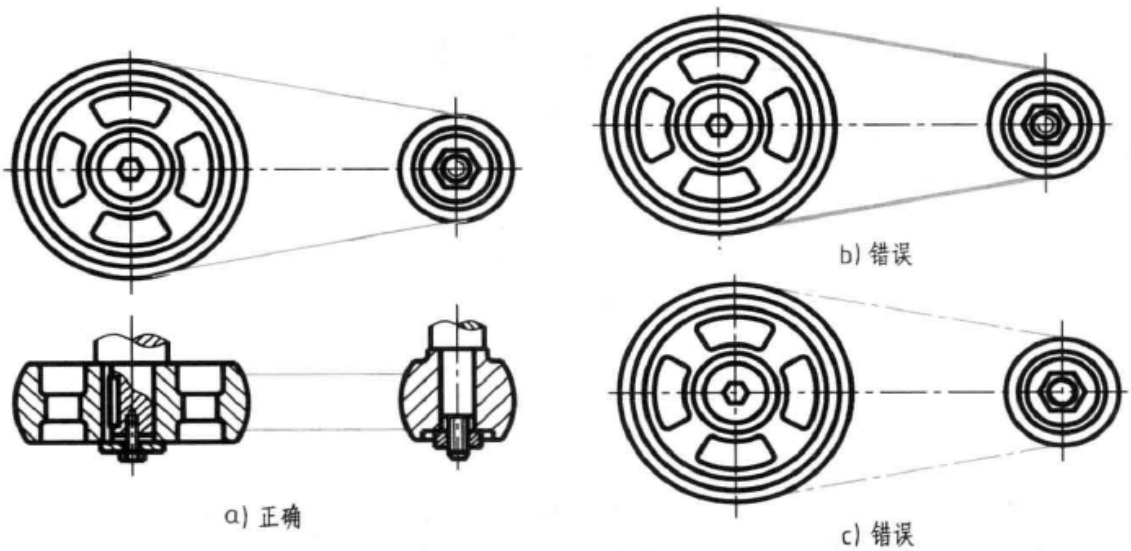


图6-39 带传动简化画法

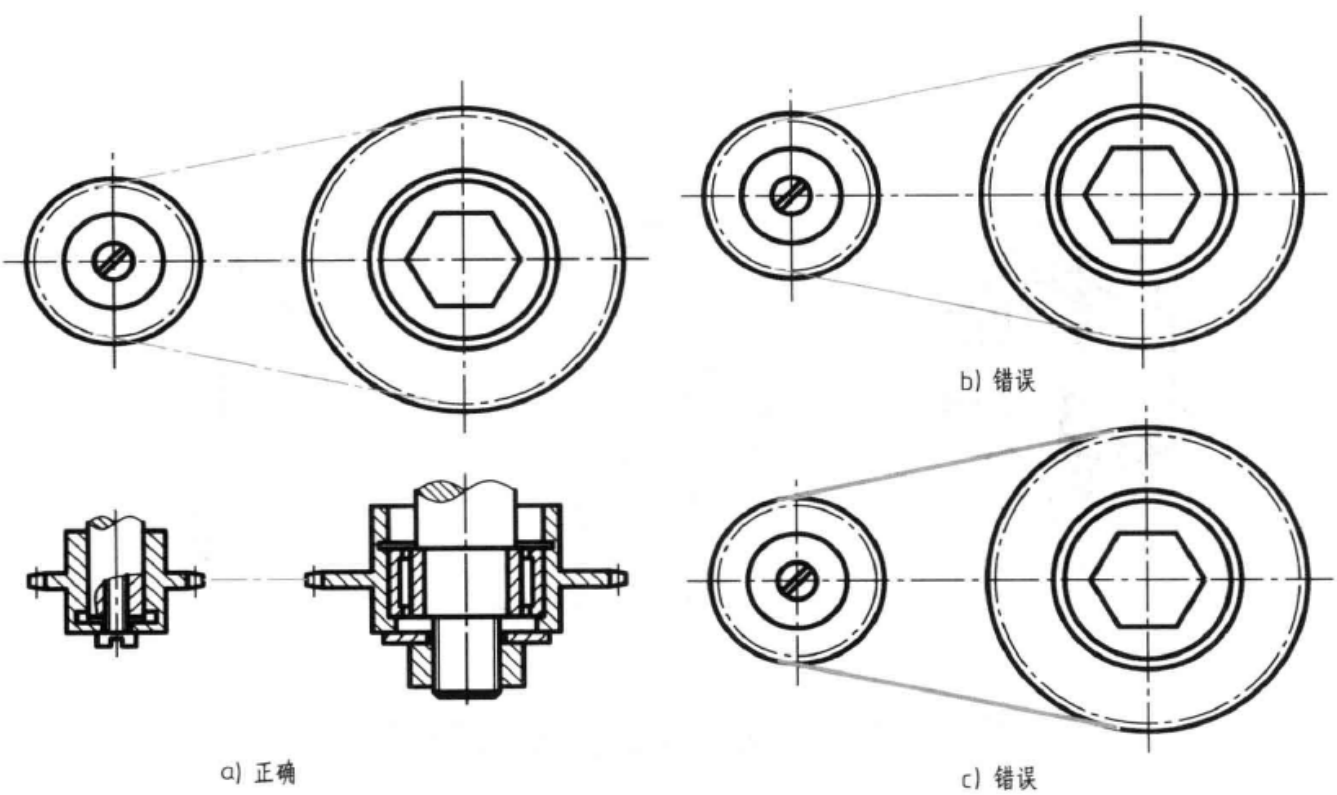
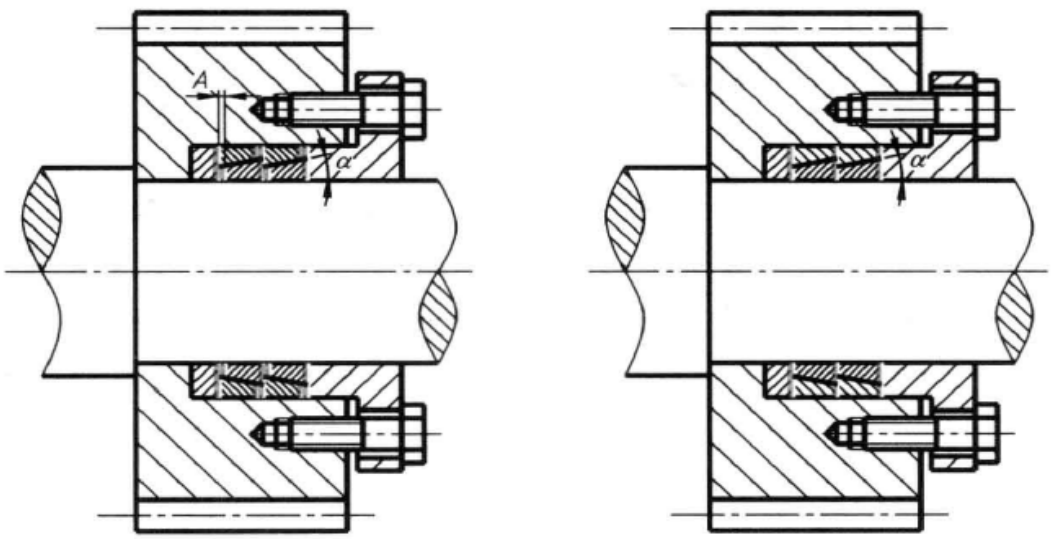


图6-40 链传动简化画法

图6-40所示为链传动的简化画法。在图6-40b和图6-40c中，分别用细实线和粗实线表示链传动中的链，是错误的。图6-40c中的另一个错误是：表示链条的连线不应与带轮外圆相切，而应与带轮的细点画线圆相切，正确画法如图6-40a所示。

2. 内、外锥套组合的无间隙传动

图 6-41 为一种典型内、外锥套组合的无间隙传动机构，在精度要求较高的传动系统（如数控机床的传动系统）中应用相当广泛。使用时可拧紧螺钉，使得右侧法兰盘压紧内锥套，利用内、外锥套的锥面消除径向间隙，达到紧固轴上零件的目的。



a) 正确　　b) 错误

图 6-41　内、外锥套组合的无间隙传动机构

绘制这种结构时需注意：由于锥套间轴向有微小的间隙 A，因此绘图时两锥套的端面不能平齐，必须有一定间隔，如图 6-41a 中的尺寸 A 所示。图 6-41b 中的错误在于：锥套间轴向没有间隙，这样的结构无法通过拧紧螺钉来消除内、外锥套间的径向间隙。

二、螺纹联接与传动

1. 螺栓的安装方向

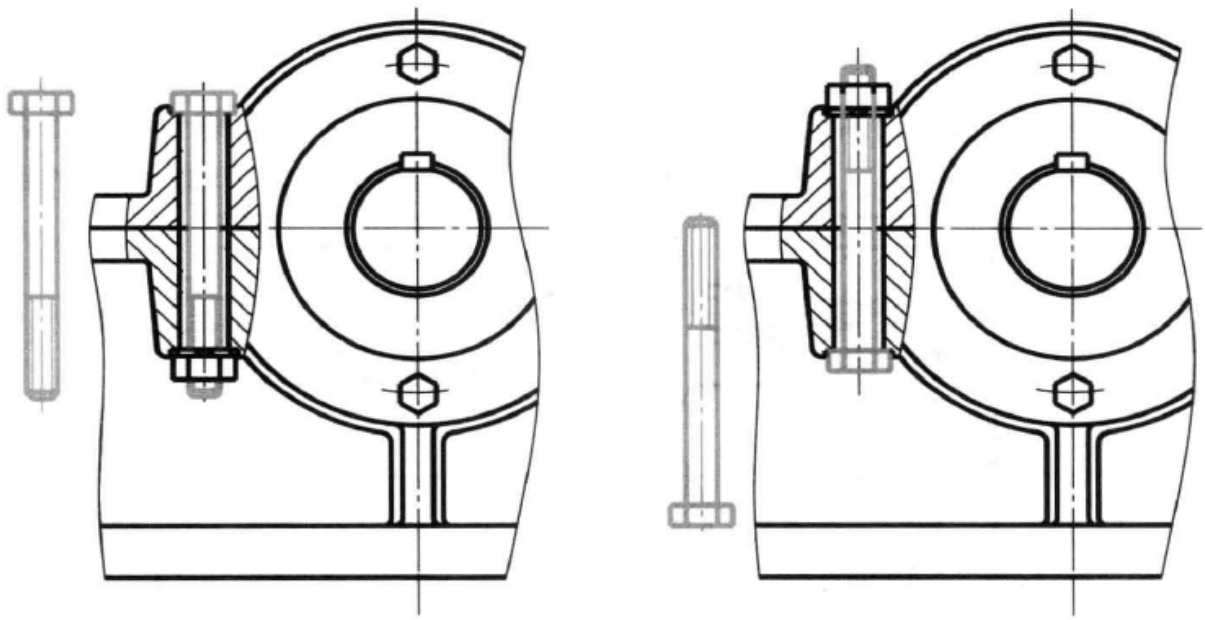
图 6-42 所示为某减速箱的局部视图。从图中可明显看出，减速箱体上螺栓凸台与箱体底部间的空挡距离小于螺栓长度，螺栓无法从下方装入（或取出），只能从上方装入。而图 6-42b 所绘制的螺栓从下方装入，因此不正确。正确的画法如图 6-42a 所示，螺栓是从上方装入，是正确的。

2. 螺栓上螺纹的长度

为了降低成本，通常不会在螺栓上制造满螺纹。画图时也应该注意这点。如图 6-43 上下箱体用螺栓联接，螺栓靠近头部的一端不会有螺纹，如图 6-43a 中的局部放大图所示。图 6-43b 中的错误在于，靠近螺栓头部的一端也画有螺纹，参见图 6-43b 中的局部放大图。

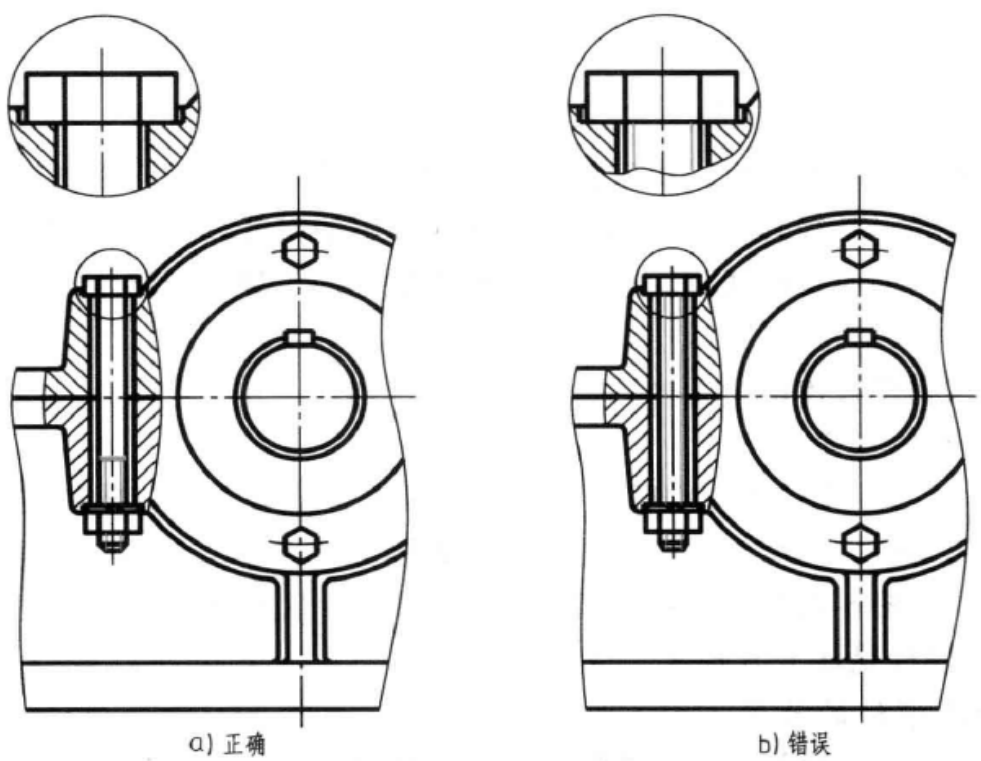
3. 螺栓应尽可能全部剖出

图 6-44 为某减速箱的局部视图。减速箱的上下箱体通过螺栓联接。剖切表达中，螺栓应尽可能地全部剖出。图 6-44b 中，局部剖视比较零碎，螺栓在上部和下部各剖出了一部分，没有完整剖出，不好。正确画法如图 6-44a 所示。



a) 正确　　b) 错误

图 6-42　螺栓的安装方向



a) 正确　　b) 错误

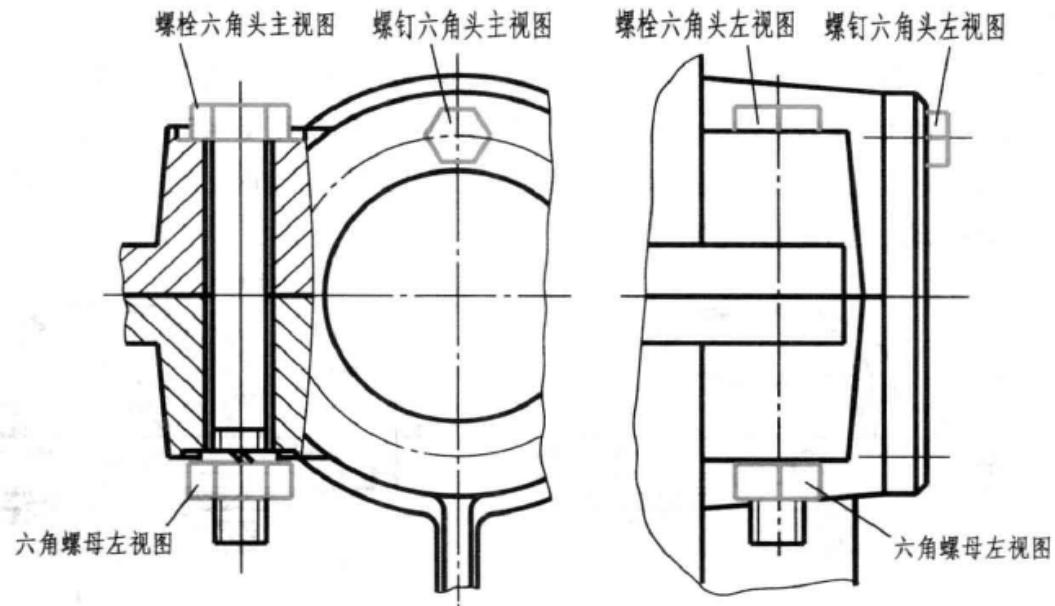
图 6-43　螺栓上螺纹的长度

4. 六角头在不同视图上的投影应满足投影关系

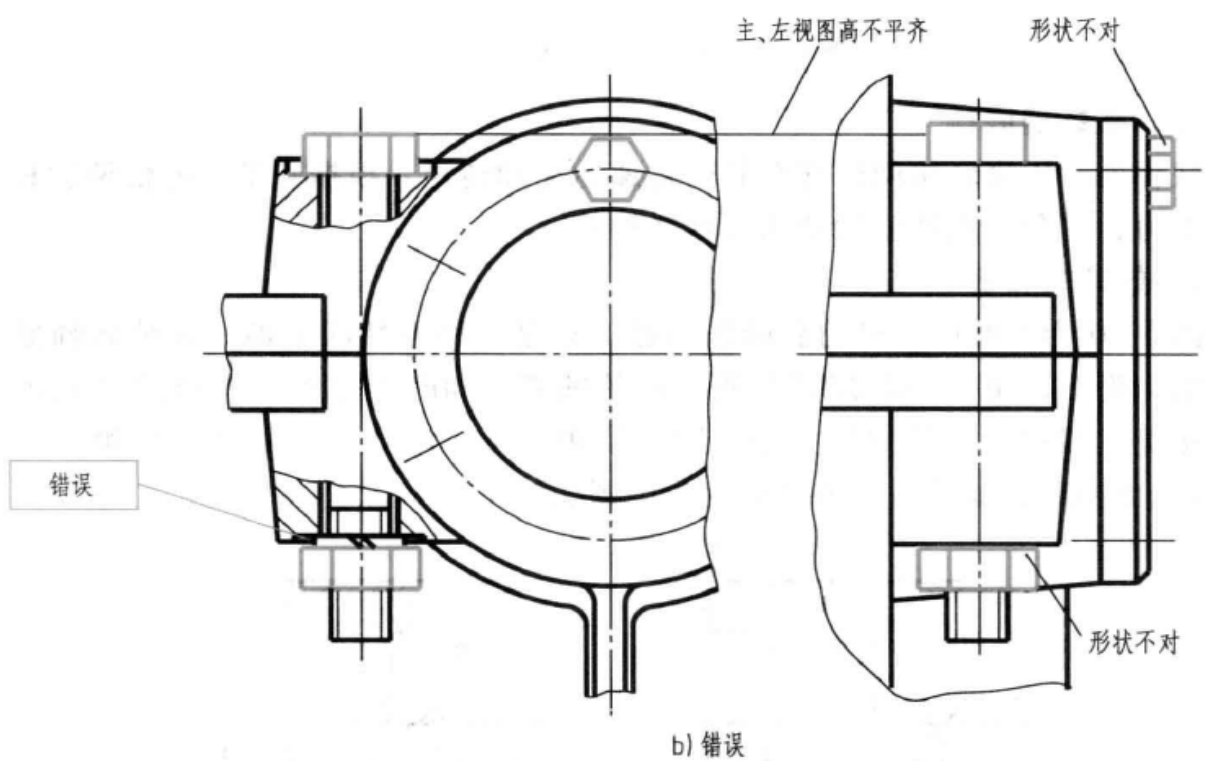
图 6-44b 的主视图和左视图中，螺栓六角头的投影完全相同，显然是错误的。图 6-44a 六角头在两视图中的投影符合投影关系，是正确的。

5. 相向运动的成对螺纹的标注

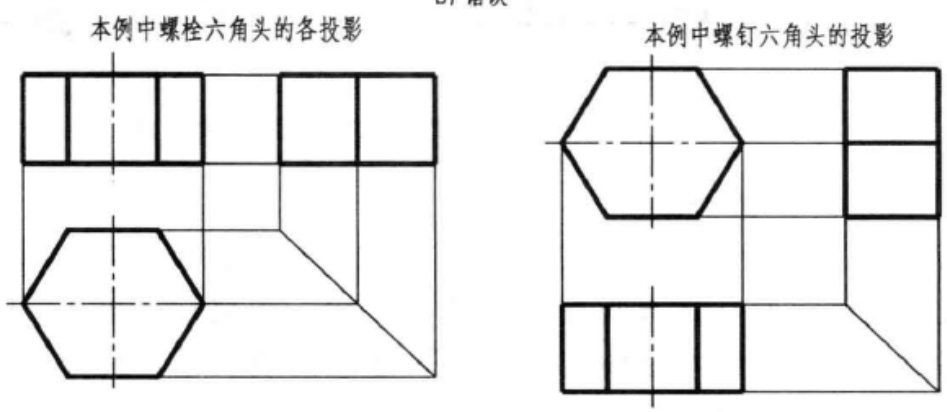
机械设计中，往往会利用螺纹的左右旋向实现两零件的相向运动。如图 6-45 为某种夹具。图中所示的夹紧装置为螺旋夹紧机构，根据标注可知：螺杆右端为左



a) 正确



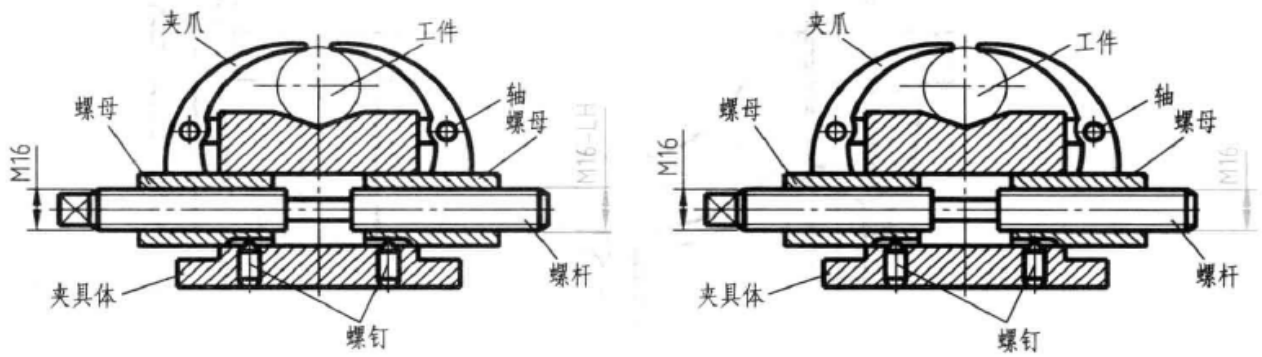
b) 错误



c) 本例中螺栓、螺钉所处位置六角头在各投影面中的投影

图 6-44 减速箱的局部视图

旋螺纹，螺杆左端为右旋螺纹。转动螺杆时，两个螺母同时移向中心（或同时移向两侧），从而放松或夹紧工件。由于螺纹采用简化画法，图样上不能直接反映螺纹的旋向，因此螺纹标注必不可少，且必须正确。图6-45b中错误在于，螺杆左右两端的标注相同，都是右旋螺纹。这样，当螺杆转动时，左右两侧的螺母会同时向一个方向运动，不可能夹紧工件。



a) 正确　　b) 错误

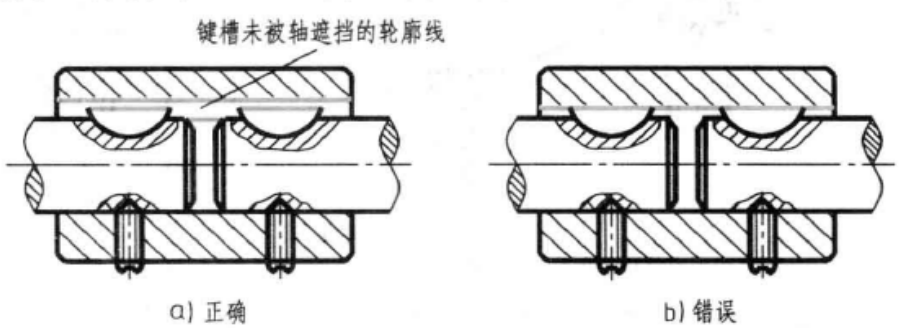
图6-45　相向运动成对螺纹的标注

三、联轴器联接

联轴器常用来联接两轴并在其间传递运动和转矩。根据联轴器补偿两轴相对位移的能力，可分为刚性联轴器和弹性联轴器。

1. 套筒联轴器

图6-46为半圆键联接的套筒联轴器。这是一种刚性联轴器。这种联轴器的特点是结构简单，用一个套筒套在两个轴的轴端，同时用销钉、半圆键（也可用平键或花键）联接。其径向尺寸小，因而使用广泛。半圆键的画法参见第四章。图6-46b为常见错误画法。图6-46a为正确画法。

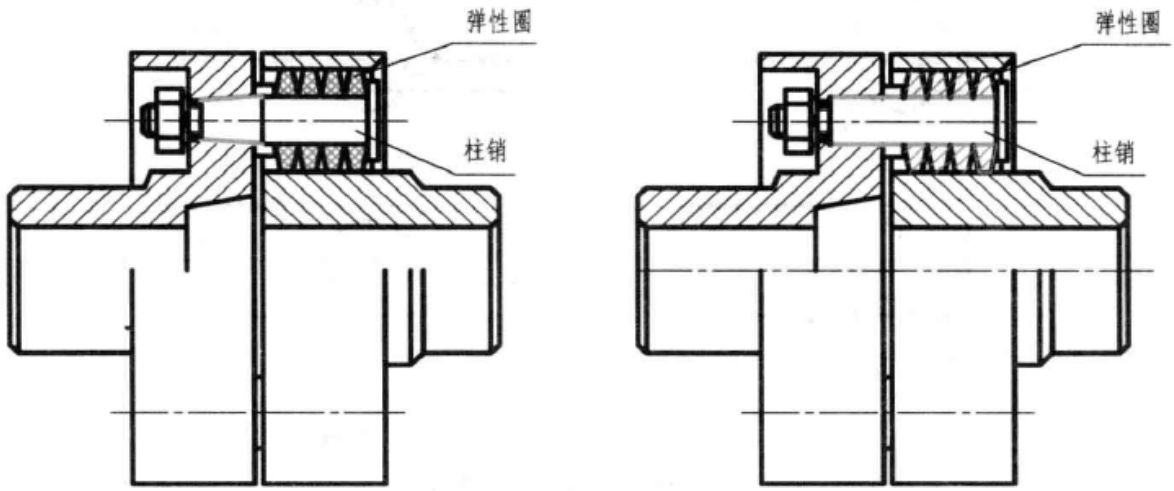


a) 正确　　b) 错误

图6-46　半圆键联接的套筒联轴器

2. 柱销弹性联轴器

图6-47为一种柱销弹性联轴器。套在销钉上的弹性圈不仅能补偿两轴轴线之间的微小偏移，而且具有吸振和缓冲的作用。需要注意的是，弹性圈的材料为橡胶，因此，其剖面线不能使用金属材料的剖面线符号；此外柱销上有一段为圆锥体。图6-47b中有两处错误：一是将橡胶弹性圈的剖面线画成了金属材料剖面线；二是将柱销上的锥体全部画成了圆柱体。正确画法如图6-47a所示。



a) 正确　　b) 错误

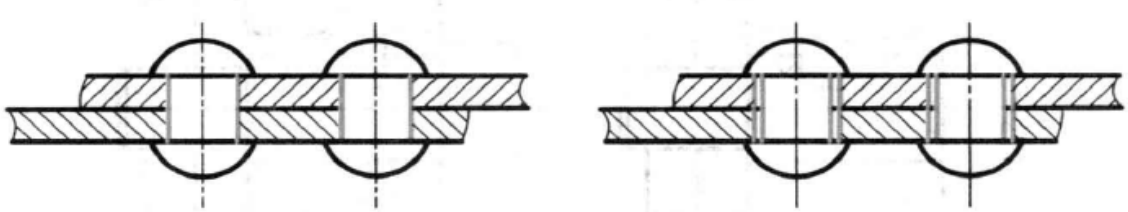
图 6-47　柱销弹性联轴器

四、铆钉铆接

1. 普通铆钉铆接

铆钉联接是将一端带有预制钉头的铆钉，插入被联接件的钉孔中，用铆钉枪或压铆机将另一端压成封闭钉头，从而使被联接件联为一体的联接方法。这种连接方法在机械产品中有着相当广泛的应用。

图 6-48 所示是极为常见铆钉联接的装配图。图 6-48b 错误在于：铆钉与被联接件之间有间隙。正常情况下，铆钉在装配过程中会膨胀变形，因此两者之间并没有间隙。正确画法如图 6-48a 所示。



a) 正确　　b) 错误

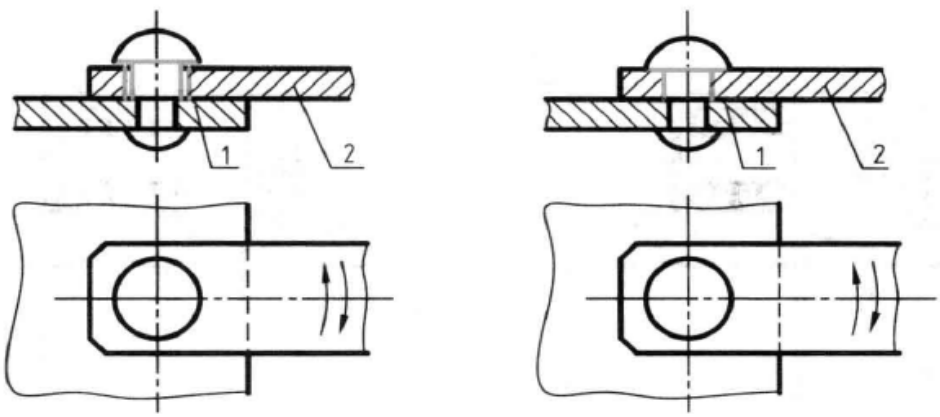
图 6-48　铆钉联接

2. 销轴铆钉铆接

图 6-49 是销轴铆钉铆接的装配图。从俯视图中可以看出，联接件 2 相对联接件 1 有旋转运动要求，即联接件 2 需绕铆钉的上半段销轴旋转。为此销轴与联接件 2 的孔之间以及销轴头部与联接件 2 的上表面间都应该有间隙，因而图 6-49a 是正确的。图 6-49b 中没有表示出这些间隙，是错误的。

五、防松结构

机械产品中的很多零件都是用螺纹联接的。由于机器在工作过程中，承受交变载荷、冲击力等影响，常常会出现振动等现象，运动件间的相互摩擦导致零件的磨



a) 正确　　b) 错误

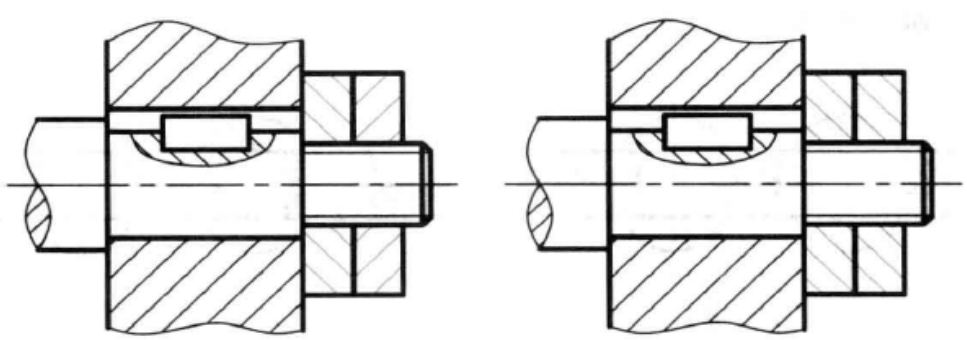
图 6-49　销轴铆钉铆接

损，这些都会使其原有的结构出现松动，影响机器正常工作。因此，设计时必须考虑防松结构。绘图时也应正确给与表达。

1. 依靠增大摩擦力的防松结构

在螺纹联接的防松结构中，双螺母紧固和尾端开槽的螺栓是使用较多的两种防松结构，其原理都是增大螺纹副内的摩擦力。

图 6-50 所示为双螺母防松结构。它采用两个螺母紧固，使得螺栓始终受附加拉力和附加摩擦力作用，从而起到防松作用。绘制时应注意，“双螺母”为两个零件，剖视时不能将两个螺母的剖面线画得相同，如图 6-50a 所画是正确的，而图 6-50b是错误的。



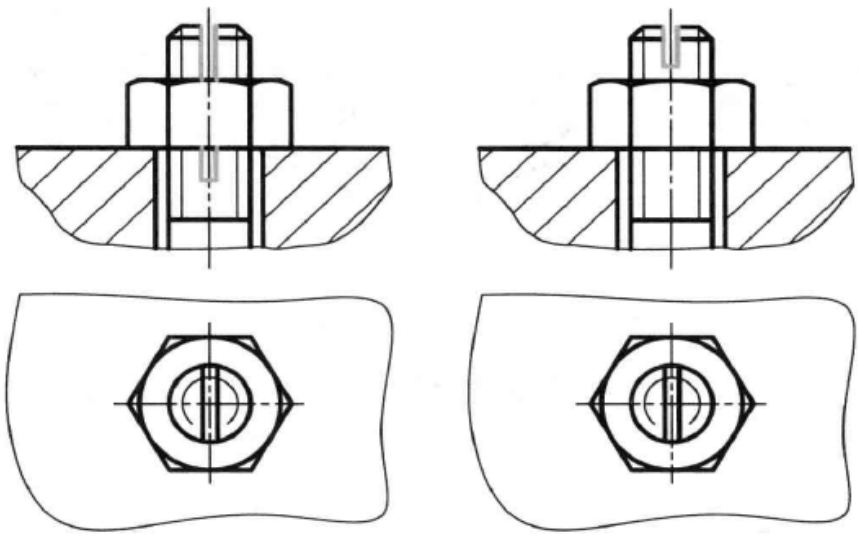
a) 正确　　b) 错误

图 6-50　双螺母防松结构

图 6-51 是采用尾端开槽的螺栓联接防松结构。这种螺栓的尾部开了一个窄槽，螺母拧紧后，螺栓尾部向外张开，使螺纹副内的摩擦力得以增大，从而起到防松作用。需要注意的是，螺栓尾部的窄槽深度应超过螺母拧紧的部位，否则不能起到防松作用。图 6-51a 为正确的画法；而在图 6-51b 中，窄槽的深度不够，是错误的画法。

2. 机械固定防松结构

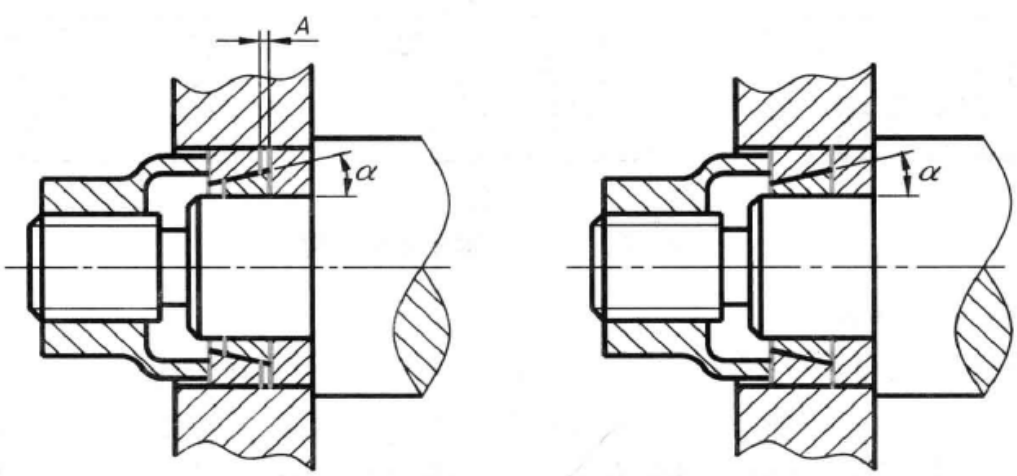
图 6-52 为轴端采用内、外锥套组合的防松结构，使用时可旋转左侧螺母，使



a) 正确　　b) 错误

图 6-51　联接螺栓尾端开槽的防松结构

之压紧外锥套，利用内、外锥套的锥面防止松动，图 6-52a 为正确画法。图 6-52b 为错误画法，原理同图 6-41。



a) 正确　　b) 错误

图 6-52　内、外锥套组合的防松结构

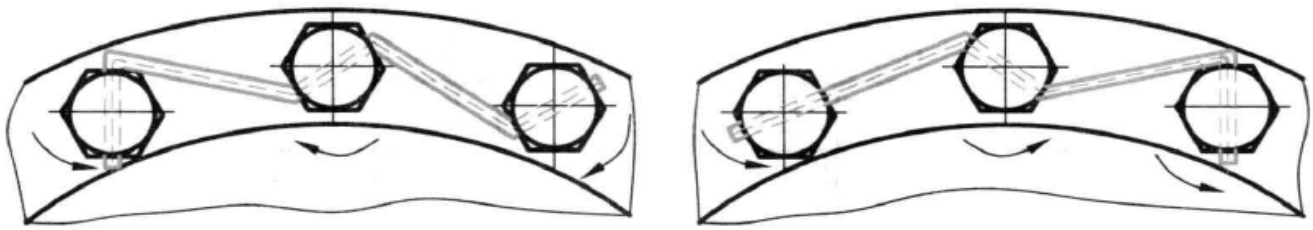
3. 螺栓头穿钢丝的防松结构

为了防松，还可在螺栓头上加工出小孔，两、三个螺栓为一组，每组螺栓均用钢丝穿过其上面的孔，使之连为一体。某螺栓因松动而发生微小转动时，其他螺栓由于钢丝的约束而向相反方向转动（拧紧方向），因而保证所联接的零件不会松开。图 6-53 所示就是这种防松结构。但图 6-53b 中，钢丝和螺栓孔的方向都画错了，这时，某螺栓因松动而发生微小转动时，其他螺栓也会松动，因而不能防松，正确画法如图 6-53a 所示。

六、密封结构

1. O 形密封圈密封

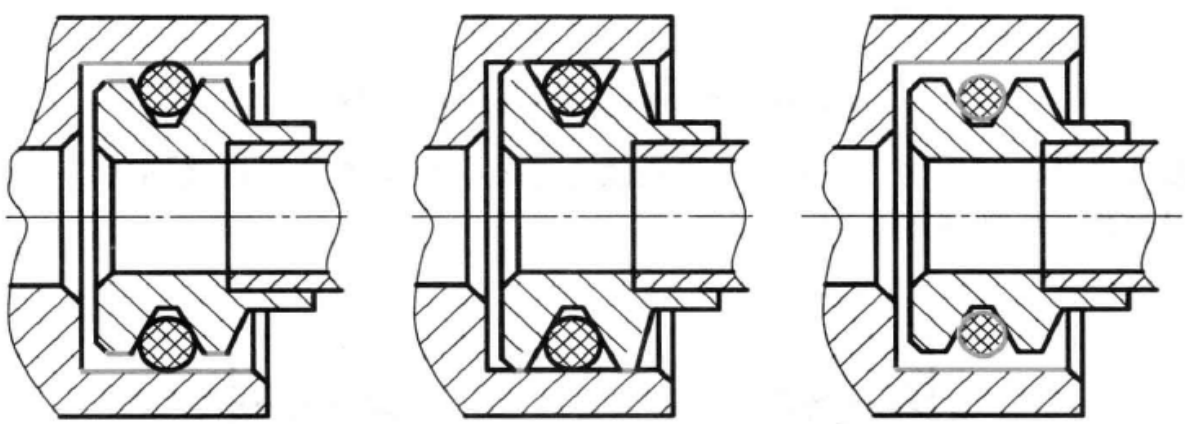
图 6-54 为 O 形密封圈密封结构的画法。装配时，将 O 形密封圈挤压进密封槽



a) 正确　　b) 错误

图 6-53　螺栓头穿钢丝的防松结构

中，它的外环面与孔壁接触，以此实现密封。图 6-54b 中的错误在于，轴与孔间没有间隙。图 6-54c 的错误在于 O 形密封圈没有与孔壁接触，无法实现密封。正确画法如图 6-54a 所示。



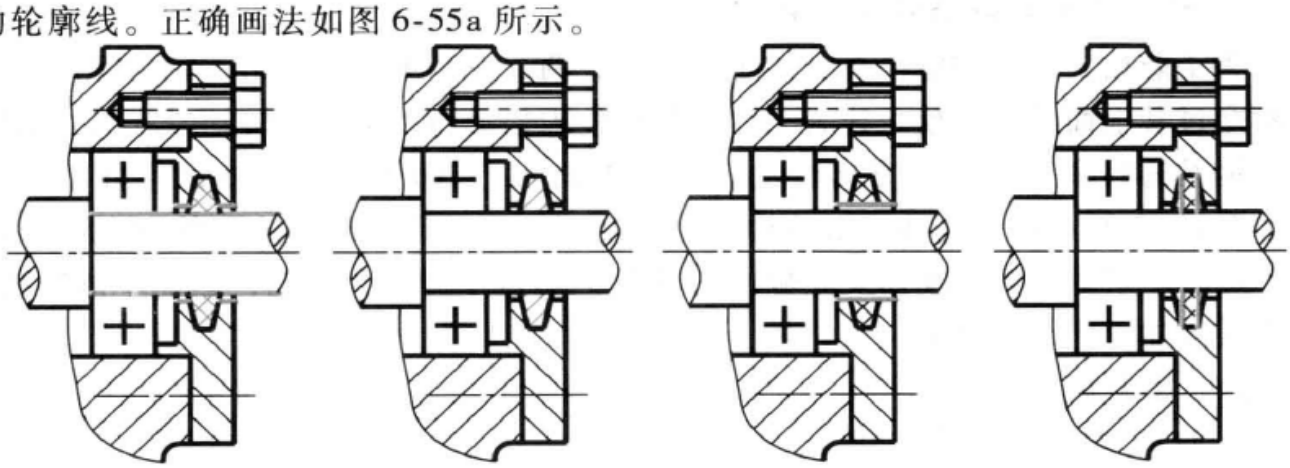
a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 6-54　O 形密封圈密封结构

2. 毛毡密封结构

毛毡是非金属材料，因此其剖面符号不能用金属材质的符号。

图 6-55 所示为毛毡密封结构。图 6-55b 中的错误在于，毛毡的剖面线采用了金属材质的符号。图 6-55c 中的错误在于，毡圈的作用是防止灰尘进入以及润滑油渗出的，因此毛毡与轴之间应没有间隙，而这里画出了间隙；另外毛毡填入油槽后会遮挡槽内轮廓线，绘制时被遮挡的轮廓线不应画出，图 6-55d 中却画出了被遮挡的轮廓线。正确画法如图 6-55a 所示。



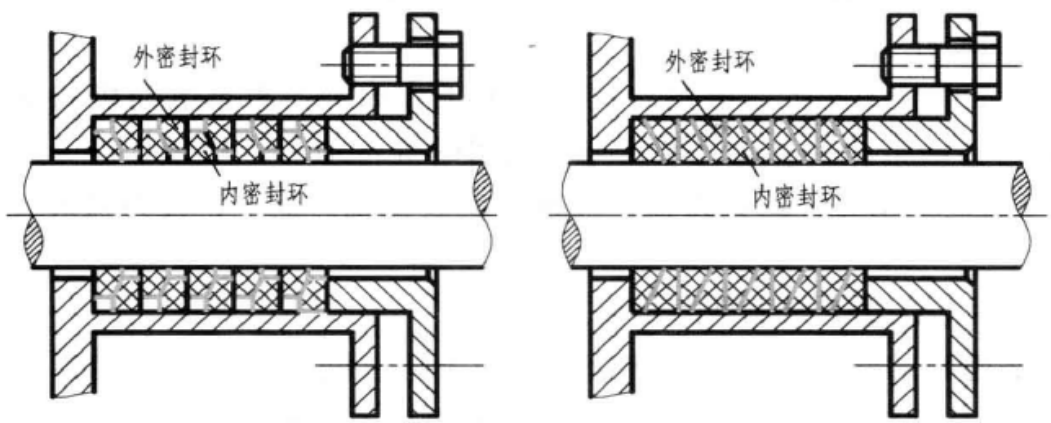
a) 正确　　b) 错误　　c) 错误　　d) 错误

图 6-55　毛毡密封结构

3. 内、外多层组合密封结构

图 6-56 所示为内、外密封圈多层组合密封结构。

注意：内密封环与外密封环的内径和外径都各不相同。图 6-56b 将两者画成了一样的尺寸，没有了内环与外环的区别，是错误的；正确画法如图 6-56a 所示。



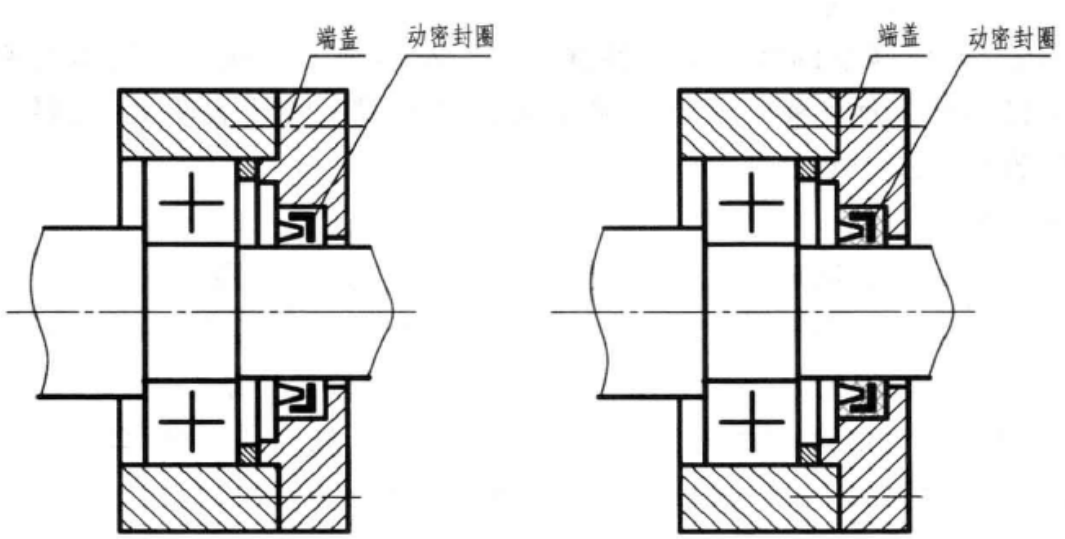
a) 正确　　b) 错误

图 6-56　内、外多层组合密封结构

4. 新旧标准动密封圈的规定画法区别

动密封圈主要用于旋转轴以及作往复运动的活塞杆的密封。动密封圈的表示法在《机械制图》国家标准中有规定，但现行标准中的规定画法和旧标准的规定画法有所不同。

图 6-57b 为旧标准中的规定画法，其金属骨架等嵌入元件涂黑，其余部分采用非金属剖面线；图 6-57a 则为现行标准中的画法，仅在金属骨架等嵌入元件上画出剖面线或涂黑，其余部分一律不画剖面线。



a) 现标准　　b) 旧标准

图 6-57　新旧标准中动密封圈的规定画法

第六节 装配图实例[㊀]

一、铣刀头

铣刀头是铣床的功能附件，其功用是将来自电动机的动力传给铣刀，从而使铣刀完成切削的动作。

图6-58为某铣刀头的装配图。铣刀头的工作原理：来自电动机的动力通过带（图中未画）传给带轮，又通过带轮与轴之间的键将动力传给轴，进一步通过轴与铣刀盘之间的键把动力传给铣刀盘；而铣刀就装在铣刀盘上，铣刀盘旋转，则铣刀跟随旋转。

图6-59中存在着下列常见的错误。

1）沉头螺钉的斜面与左端联接挡圈之间不应有间隙，否则说明该螺钉没有拧到位。而螺钉只有拧到位后，其右端面抵住挡圈的左端面，挡圈右端面抵住带轮的左端面，带轮的右端面抵在轴肩上，才能保证带轮、挡圈都不会沿轴向串动，见图中①处。

2）轴的左端，为了表达键、带轮、轴的装配关系，轴上需要作局部剖。局部剖与视图的分界线应为波浪线，而不应该是轴肩轮廓线，见图中②处。

3）轴承的定位：轴承的内圈应该靠在轴肩上，两者之间不应该有空隙（见图中③处）。

4）端盖上的孔比此处的轴径略大，因此主视图中孔和轴之间应该有间隙，相对应地左视图上也应该有该孔的投影，图中④处无间隙是错误的。

5）主视图左侧联接端盖与座体的螺钉：螺钉上螺纹的截止线不应该与座体外表面轮廓线平齐，见图中⑤处。

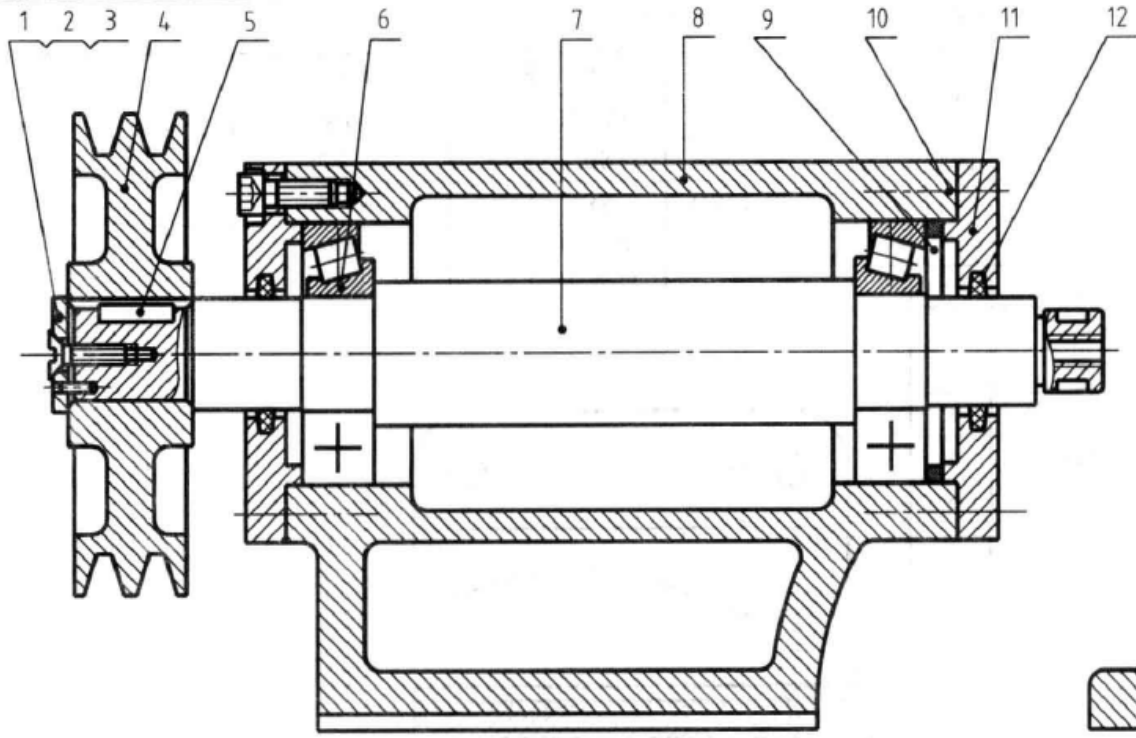
6）端盖与座体联接的螺钉左右各有6个，左边画出了螺钉、端盖与座体的联接关系，这样虽然其他的螺钉可以省略不画，但要用中心线表明其他螺钉的位置，中心线不能省略，图中⑥处。

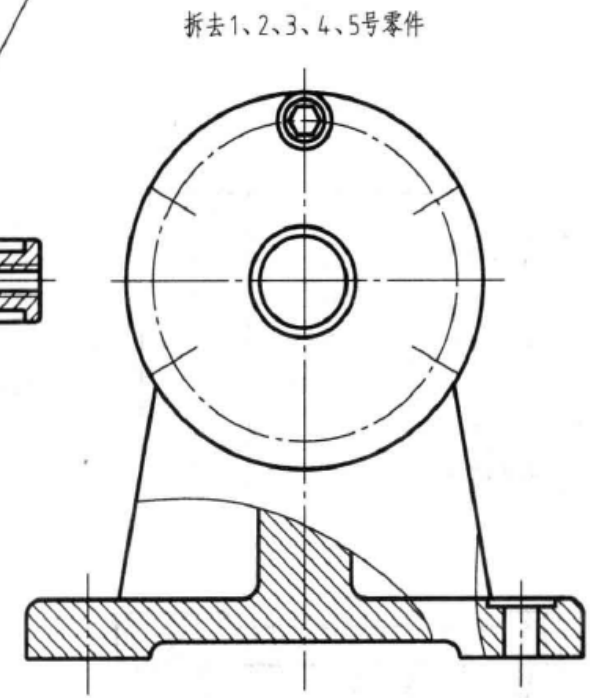
二、蝴蝶阀

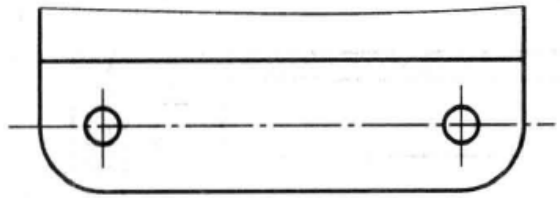
蝴蝶阀是各类过水通道中常用的液压元件，可在管道中用以截断液流。其阀门开启时，水流通过阀体中的通水孔流动；阀门关闭时则可截断水流。图6-60为某蝴蝶阀的装配图。阀门的开启与关闭可由阀体上端的齿轮齿条机构来实现：由于齿轮6与齿杆13啮合，当推动齿杆左右移动时，齿轮6就带动阀杆12旋转，使阀门2开启或关闭，旋转角的大小就是阀门的开阀度（0°~90°）。

图6-61中存在着下列常见的错误。

㊀ 限于书本幅面，实例中的标题栏未按国家标准所推荐的格式绘制；为保证图面的清晰，部分实例中尺寸未注全或未注。





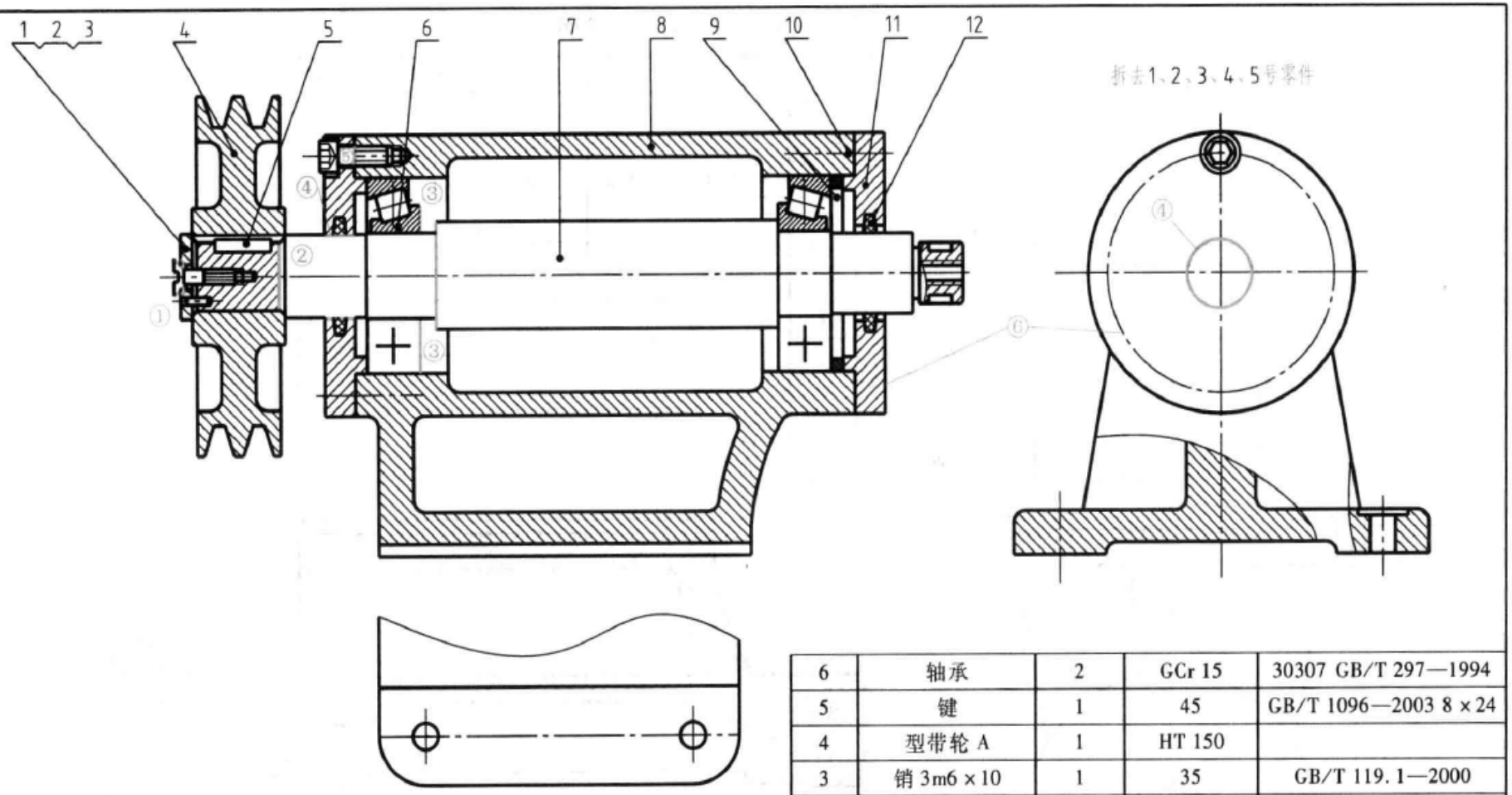


序号	名称	件数	材料	备注
6	轴承	2	GCr15	30307 GB/T 297—1994
5	键	1	45	GB/T 1096—2003 8 × 24
4	型带轮 A	1	HT150	
3	销 3m6 × 10	1	35	GB/T 119.1—2000
2	螺钉	1	35	GB/T 68—2000 M6 × 20
1	挡圈	1	35	GB/T 891—1986 35

12	毡圈	2	羊毛毡	
11	端盖	2	HT 200	
10	螺钉	12	35	GB/T 70 M8 × 25
9	调整环	1	35	
8	座体	1	HT 200	
7	轴	1	45	

铣刀头			比例		
			件数		
制图			重量		
描图					
审核					

图 6-58　铣刀头的正确装配图

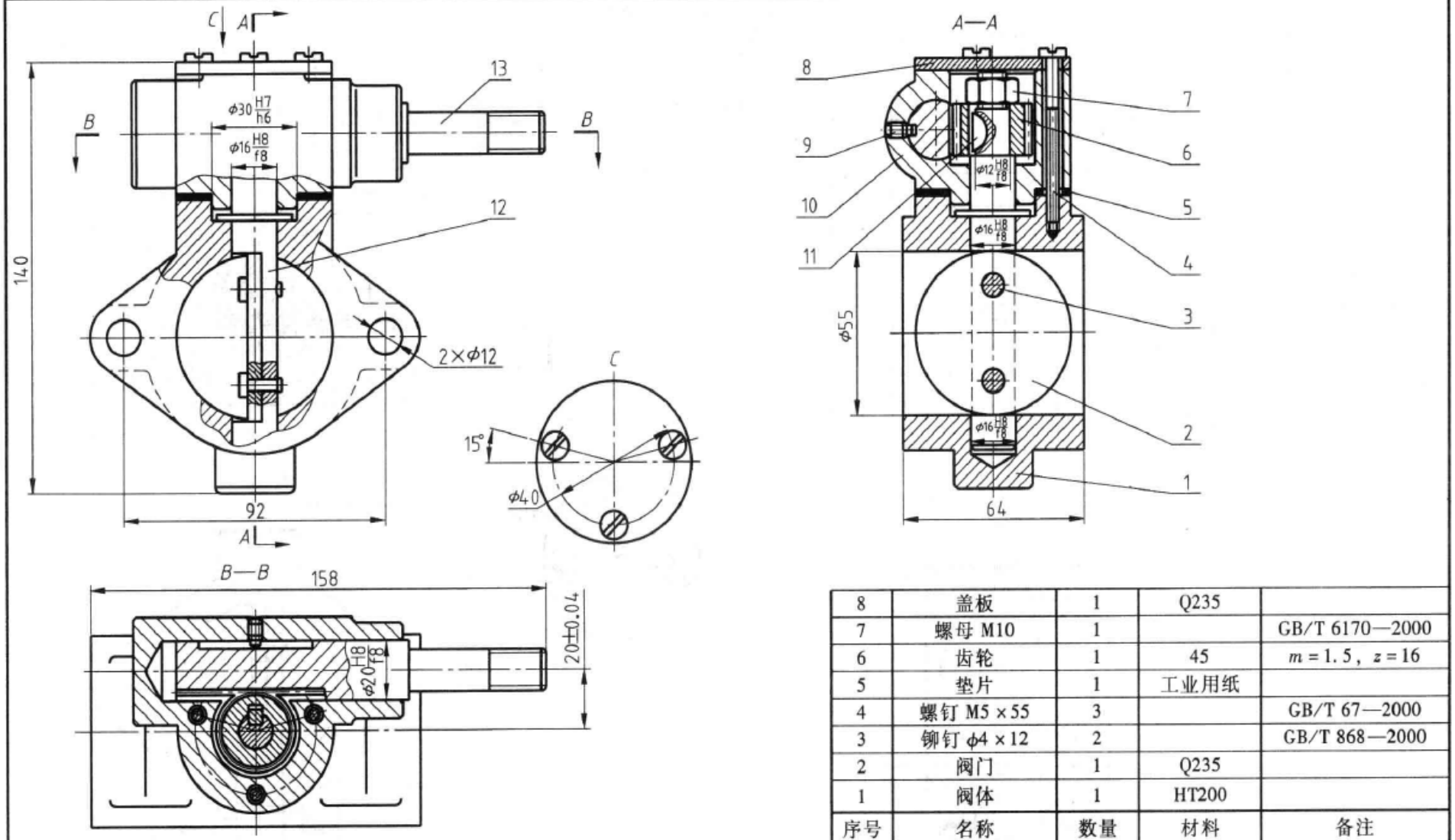


序号	名称	件数	材料	备注
6	轴承	2	GCr 15	30307 GB/T 297—1994
5	键	1	45	GB/T 1096—2003 8×24
4	型带轮 A	1	HT 150	
3	销 3m6×10	1	35	GB/T 119.1—2000
2	螺钉	1	35	GB/T 68—2000 M6×20
1	挡圈	1	35	GB/T 891—1986 35

12	毡圈	2	羊毛毡	
11	端盖	2	HT 200	
10	螺钉	12	35	GB/T 70 M8×25
9	调整环	1	35	
8	座体	1	HT 200	
7	轴	1	45	

铣刀头			比例		
			件数		
制图	（签名）	年月日	重量		
描图					
审核					

图 6-59　铣刀头的错误装配图

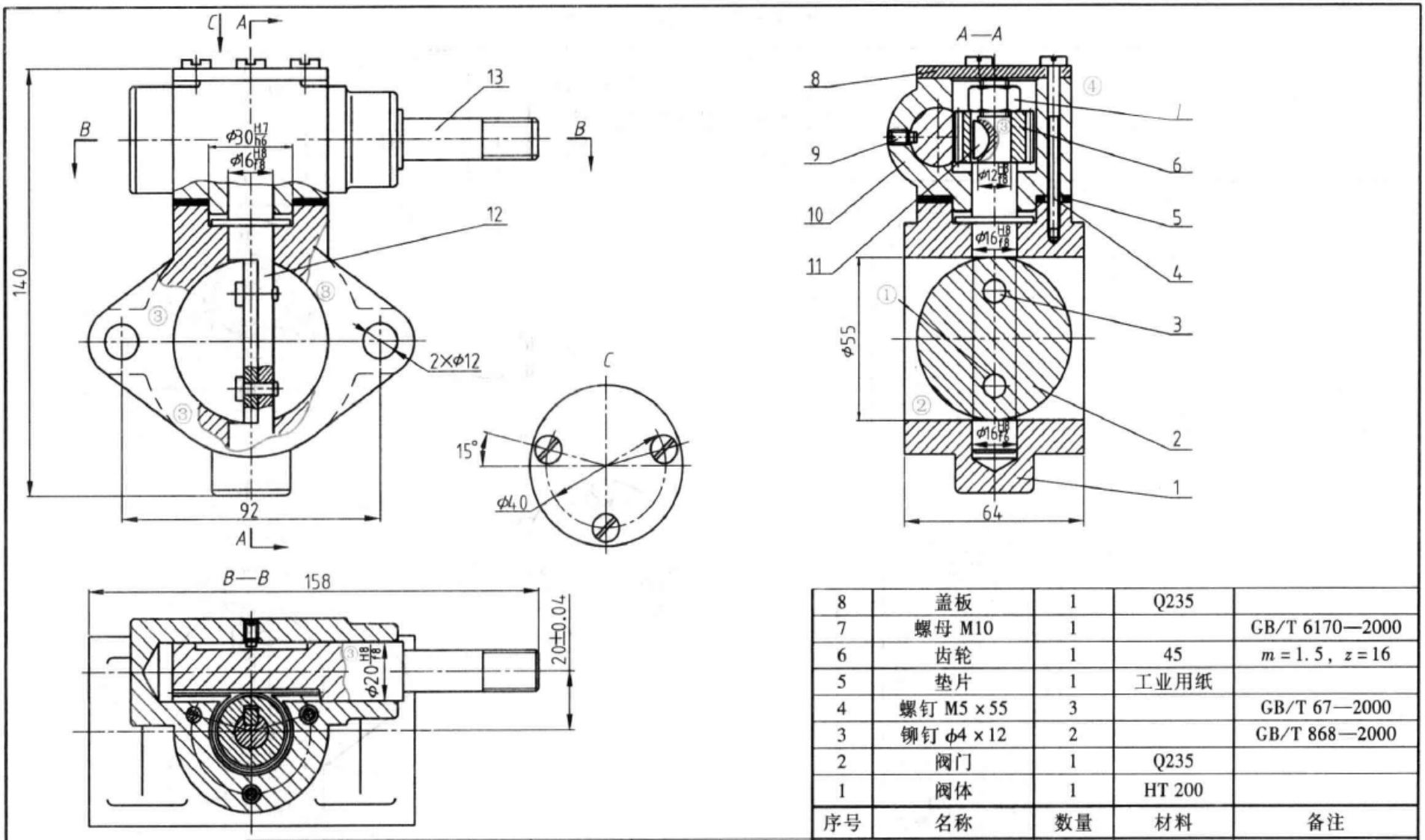


序号	名称	数量	材料	备注
8	盖板	1	Q235	
7	螺母 M10	1		GB/T 6170—2000
6	齿轮	1	45	$m=1.5$，$z=16$
5	垫片	1	工业用纸	
4	螺钉 M5×55	3		GB/T 67—2000
3	铆钉 φ4×12	2		GB/T 868—2000
2	阀门	1	Q235	
1	阀体	1	HT200	

13	齿杆	1	45	$m=1.5$，$z=10$
12	阀杆	1	45	
11	键 4×15.7	1	45	GB/T 1099—2000
10	阀盖	1	HT 200	
9	紧定螺钉 M5×10	1		GB/T 75—2000

蝴蝶阀			比例		HDF-00	
			件数			
制图		（日期）	重量		第 1 张	共 9 张
描图		（日期）				
审核		（日期）				

图 6-60　蝴蝶阀的正确装配图



序号	名称	数量	材料	备注
8	盖板	1	Q235	
7	螺母 M10	1		GB/T 6170—2000
6	齿轮	1	45	$m=1.5$，$z=16$
5	垫片	1	工业用纸	
4	螺钉 M5×55	3		GB/T 67—2000
3	铆钉 φ4×12	2		GB/T 868—2000
2	阀门	1	Q235	
1	阀体	1	HT 200	

13	齿杆	1	45	$m=1.5$，$z=10$
12	阀杆	1	45	
11	键 4×15.7	1	45	GB/T 1099—2000
10	阀盖	1	HT 200	
9	紧定螺钉 M5×10	1		GB/T 75—2000

蝴蝶阀			比例		HDF-00	
			件数			
制图		（日期）	重量		第 1 张	共 9 张
描图		（日期）				
审核		（日期）				

图 6-61　蝴蝶阀的错误装配图

1）*A*—*A* 剖视图中，铆钉的横截面未画剖面线，见图中①处。

2）*A*—*A* 剖视图中，阀门属于薄壁类零件，纵向剖切时不应该画剖面线，见图中②处。

3）三个视图中，局部剖视图与其他视图的分界线均画成了粗波浪线，见图中③处。

4）*A*—*A* 剖视图中，螺钉联接处的画法有错误：上部两个被联接零件的孔径均应比螺柱直径稍大，与螺钉之间有间隙，故应画双线，见图中④处。

三、安全阀

该安全阀是装在柴油发动机供油管路中的一个元件，当油路中的油压超过允许压力时，该元件可使多余的油流回油箱中。

图 6-62 为某安全阀的装配图。安全阀的工作原理：正常工作时，油从阀体 1 右端进油孔流入，从下端出油孔流出；当主油路上的油过量且超过允许压力时，阀门 2 被抬起，过量的油就从阀体 1 和阀门 2 开启后的缝隙流出，经左端管道流回油箱，从而达到减少油量和降低油压的目的，保证机器正常工作。

图 6-63 中存在着下列常见的错误。

1）阀体上的肋板在按纵向剖切时，不应画剖面线，用粗实线将它与邻接部位分开即可，见图中①处。

2）弹簧 3 的画法有错误，中心线画在了其外径处，且轮廓线应当用粗实线，见图中②处。

3）*D*—*D* 剖视图中，阀体的剖面线的方向与间距应该与主视图中阀体的剖面线方向、间距一致，见图中③处。

四、滑动轴承

滑动轴承属于非流体摩擦轴承。这种轴承在硬底基金属上增加一软金属或合金的薄层，也可选用吸油性能好的材料作成轴套，与轴直接发生摩擦。

滑动轴承适用于在轻载及中等载荷、中等速度的条件下工作的机器产品，如在普通机床的进给箱、挂轮架等部件中，就可使用这种轴承。

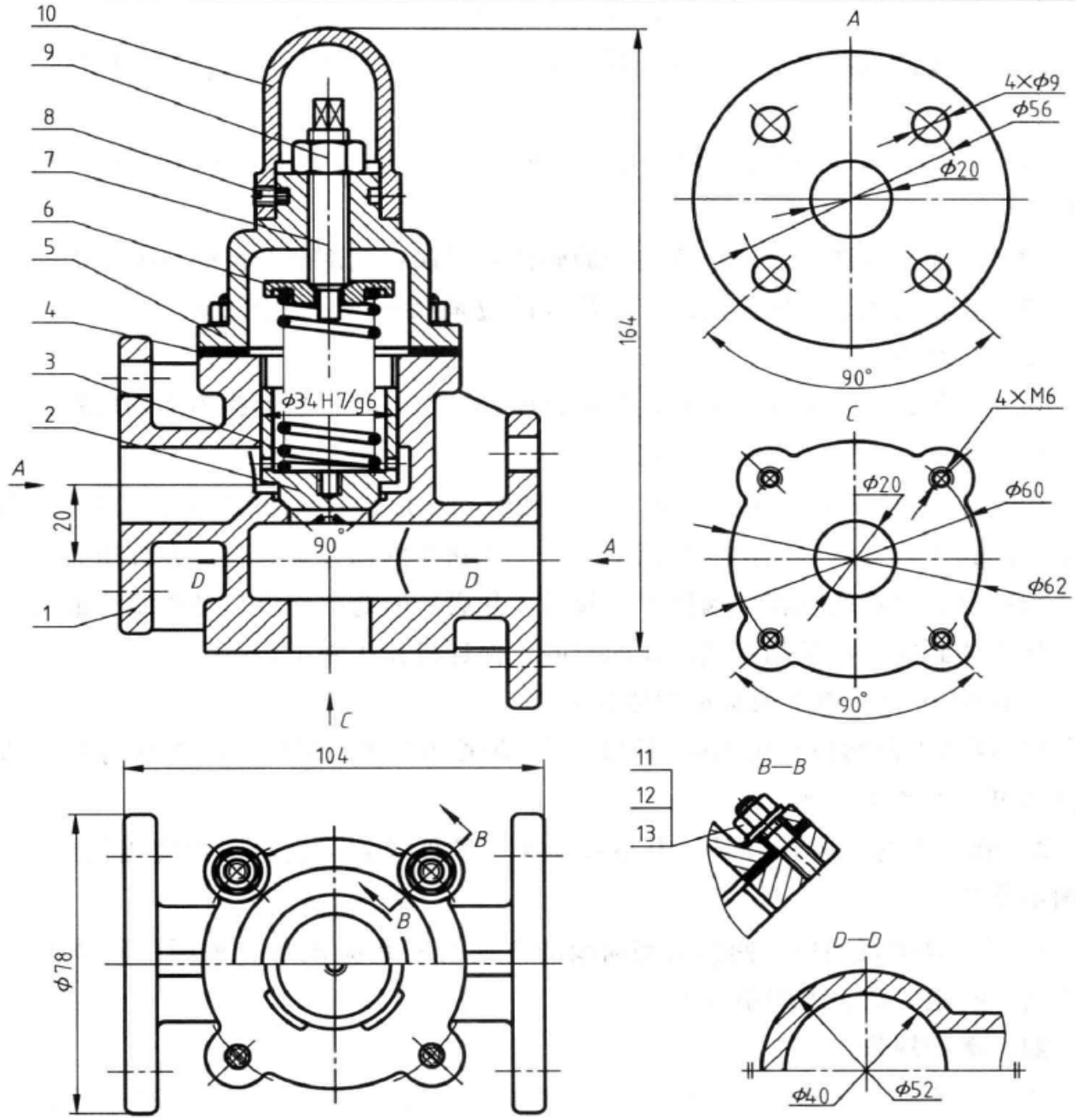
图 6-65 中存在着下列常见的错误。

1）零件的序号未按顺序排列整齐，见图中①处。

2）螺栓联接处的画法有错误：两个被联接件与螺栓之间均应有间隙，图中②处。

3）俯视图是通过拆卸画法得到的，因而应该在图的上方将所拆卸的零件标注出来，见图中③处。

改正后的滑动轴承装配图见图 6-64。



技术要求

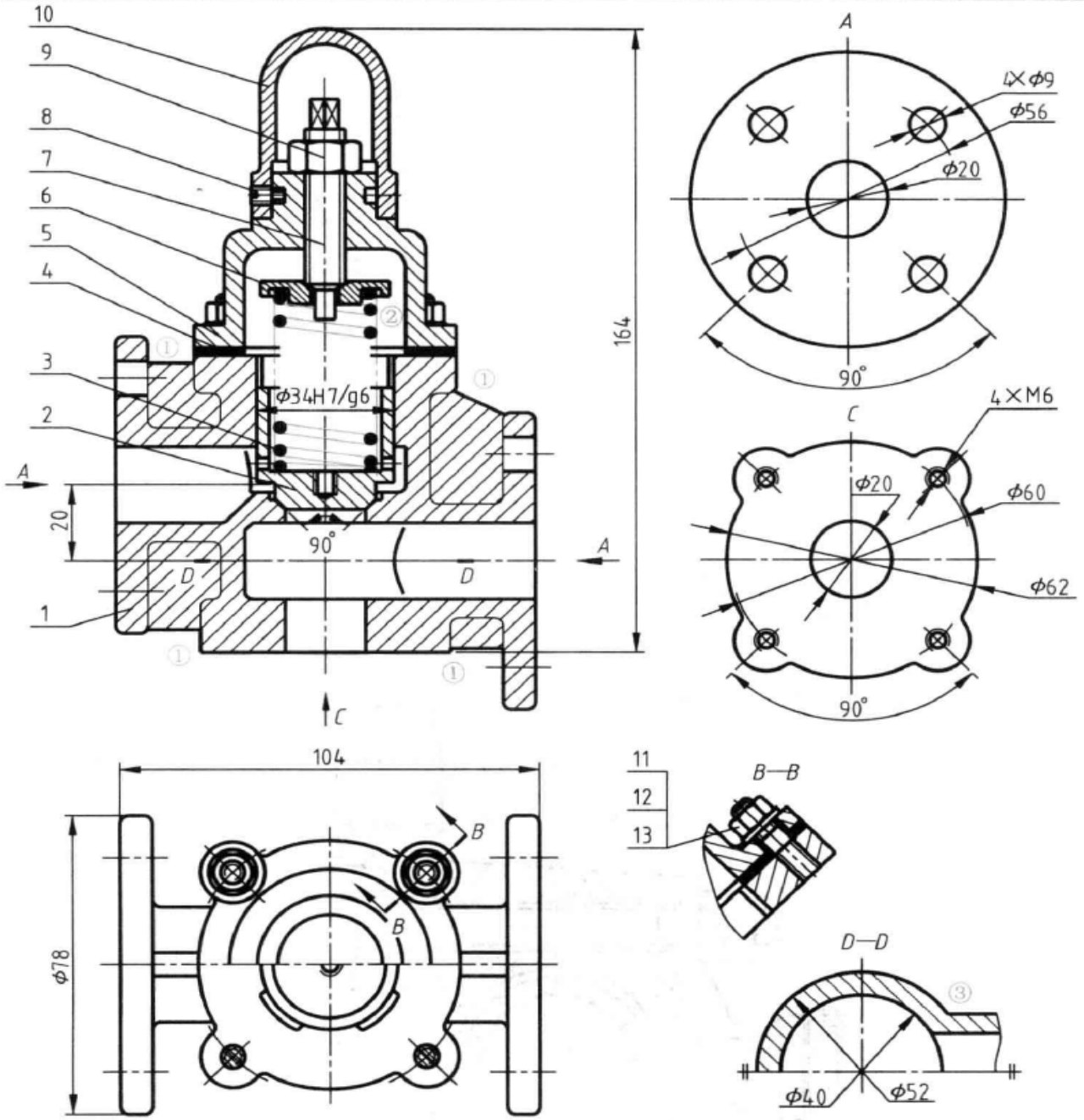
1. 阀门装入阀体时，在自重作用下，能缓慢下降；
2. 装配完成后须经油压试验，在0.15MPa压力下，各装配表面无渗漏现象；
3. 阀体与阀门的密合面须经研磨配合；
4. 调整弹簧，使油路压力在0.15MPa时，安全阀即开始工作。

序号	名称	数量	材料	备注
7	螺杆	1	35	
6	弹簧托盘	1	H62	
5	阀盖	1	ZL2	
4	垫片	1	纸板	
3	弹簧	1	65Mn	
2	阀门		H62	
1	阀体	1	ZL2	

序号	名称	数量	材料	备注
13	螺母 M6	4	Q235	GB/T 6170—2000
12	垫圈 6	4	Q215	GB/T 97.3—2000
11	双头螺柱 M6×25	4	Q235	GB/T 899—2000
10	阀帽	1	ZL101	
9	螺母 M10	1	Q235	GB/T 6170—2000
8	紧定螺钉 M5×8	1	Q235	GB/T 75—2000

安全阀			
比例			
件数			
重量			
制图			
描图			
审核			

图 6-62 安全阀的正确装配图



技术要求

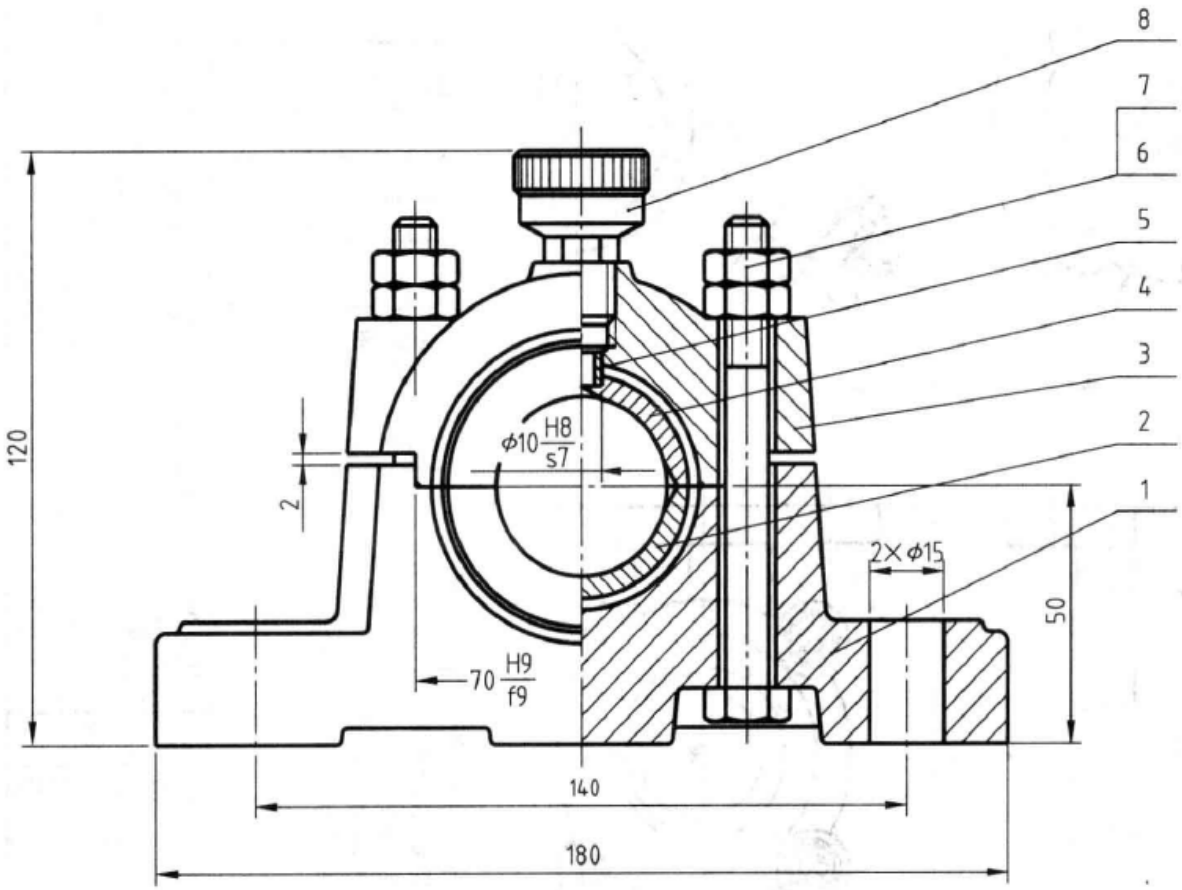
1. 阀门装入阀体时，在自重作用下，能缓慢下降；
2. 装配完成后须经油压试验，在0.15MPa压力下，各装配表面无渗漏现象；
3. 阀体与阀门的密合面须经研磨配合；
4. 调整弹簧，使油路压力在0.15MPa时，安全阀即开始工作。

序号	名称	数量	材料	备注
7	螺杆	1	35	
6	弹簧托盘	1	H62	
5	阀盖	1	ZL2	
4	垫片	1	纸板	
3	弹簧	1	65Mn	
2	阀门		H62	
1	阀体	1	ZL2	

13	螺母 M6	4	Q235	GB/T 6170—2000
12	垫圈 6	4	Q215	GB/T 97.3—2000
11	双头螺柱 M6×25	4	Q235	GB/T 899—2000
10	阀帽	1	ZAlSi7Mg	
9	螺母 M10	1	Q235	GB/T 6170—2000
8	紧定螺钉 M5×8	1	Q235	GB/T 75—2000

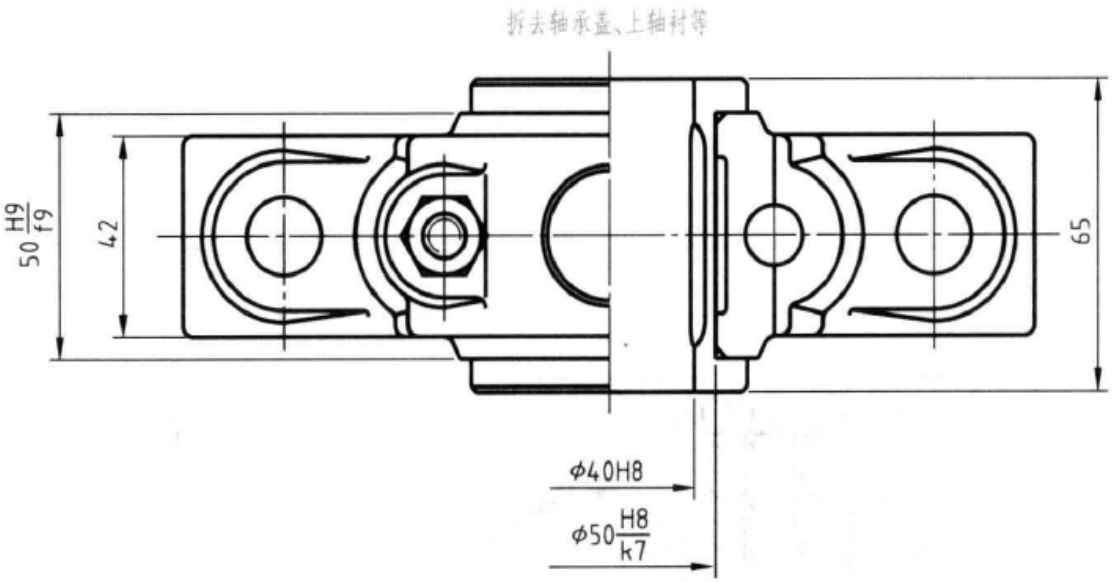
安全阀		比例		AQF-00	
		件数			
制图	（日期）	重量		第1张	共9张
描图	（日期）				
审核	（日期）				

图 6-63　安全阀的错误装配图



技术要求

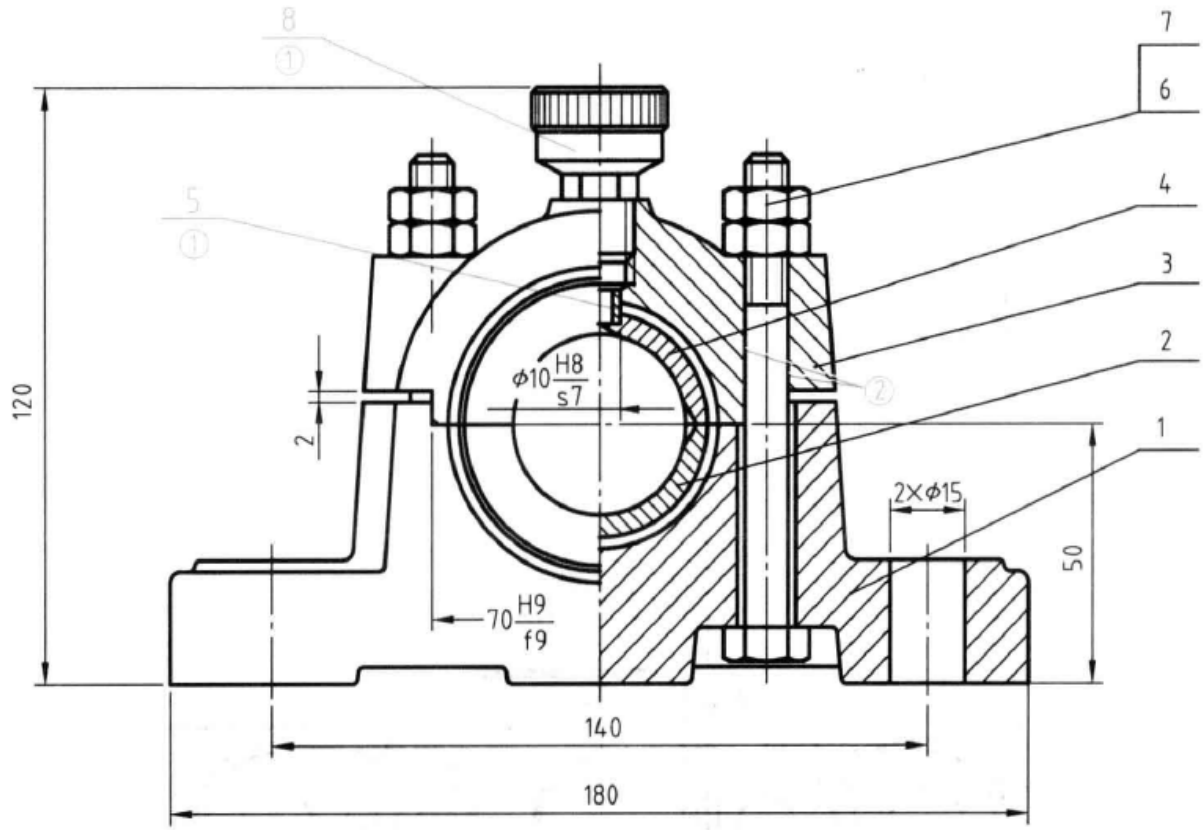
1. 上、下轴衬与轴承座及轴承盖间应保证接触良好。
2. 轴衬最大压力$P \leqslant 3\times10^{7}$Pa。
3. 轴衬与轴颈最大线速度$v \leqslant 8$m/s。
4. 轴承温度低于120℃。



8	油杯 12	1		GB 1154—79
7	螺母 M12	4	Q235	GB/T 6170—2000
6	螺栓 M12×110	2	Q235	GB/T 7582—2000
5	轴衬固定套	1	Q235	
4	上轴衬	1	ZCuAl10Fe3	
3	轴承盖	1	HT 150	
2	下轴衬	1	ZCuAl10Fe3	
1	轴承座	1	HT 150	
序号	名称	数量	材料	备注

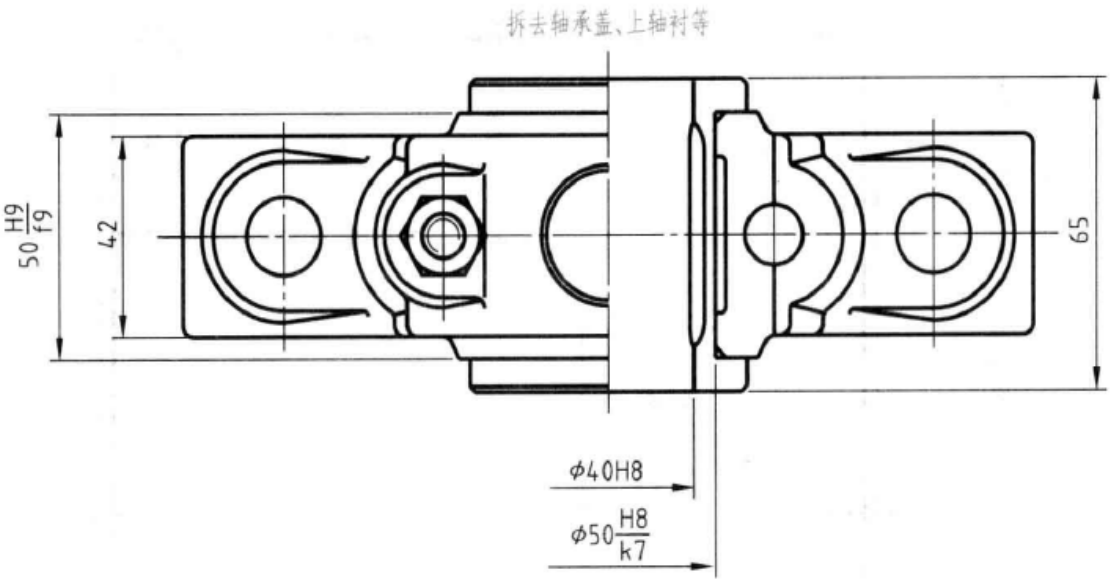
滑动轴承			比例			
			数量			
制图			重量			
校对						
审核						

图 6-64　滑动轴承的正确装配图



技术要求

1. 上、下轴衬与轴承座及轴承盖间应保证接触良好。
2. 轴衬最大压力$P \leqslant 3\times10^{7}$Pa。
3. 轴衬与轴颈最大线速度$v \leqslant 8$m/s。
4. 轴承温度低于120℃。



8	油杯 12	1		GB 1154—79
7	螺母 M12	4	Q235	GB/T 6170—2000
6	螺栓 M12×110	2	Q235	GB/T 7582—2000
5	轴衬固定套	1	Q235	
4	上轴衬	1	ZCuAl10Fe3	
3	轴承盖	1	HT 150	
2	下轴衬	1	ZCuAl10Fe3	
1	轴承座	1	HT 150	
序号	名称	数量	材料	备注

滑动轴承			比例		（图号）	
			数量			
制图			重量		共 页	第 页
校对						
审核						

图 6-65　滑动轴承的错误装配图

第七章　模　具　图

模具图包括模具装配图和模具零件图，它们是模具制造、装配、调试、维修以及模具在生产使用中不可缺少的技术文件。因此，模具图在绘制和图幅的选择上都应严格遵循机械制图国家标准。由于模具自身的特点，模具制图在表达上也有其特有的习惯画法。

第一节　模具装配图的要求及绘制方法

一、模具装配图的要求

1. 模具装配图的图面布置

模具的种类虽繁多，但由于它们的结构特点和工作方式有很多相似之处，因此，模具装配图在绘制中也遵循一定的规则。装配图的布置方式有两种，如图 7-1

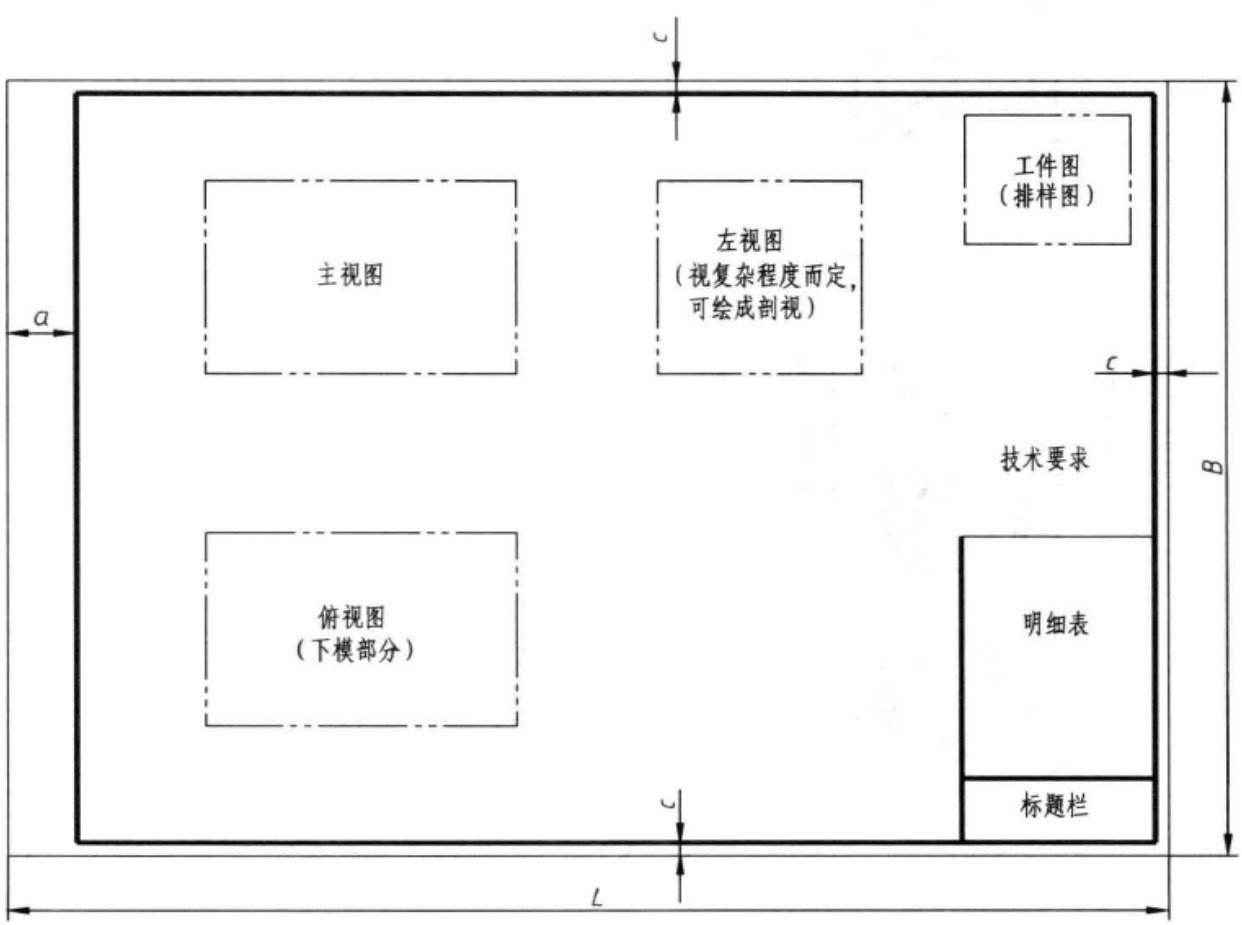


图 7-1　模具装配图的布置方式一

和图 7-2，从绘图的习惯考虑，多采用图 7-1 的布置方式，但有时塑料模也会采用图 7-2 的布置方式。与机械装配图不同之处是模具还要画出工件图或塑件图，对于冷冲模还要画出排样图。

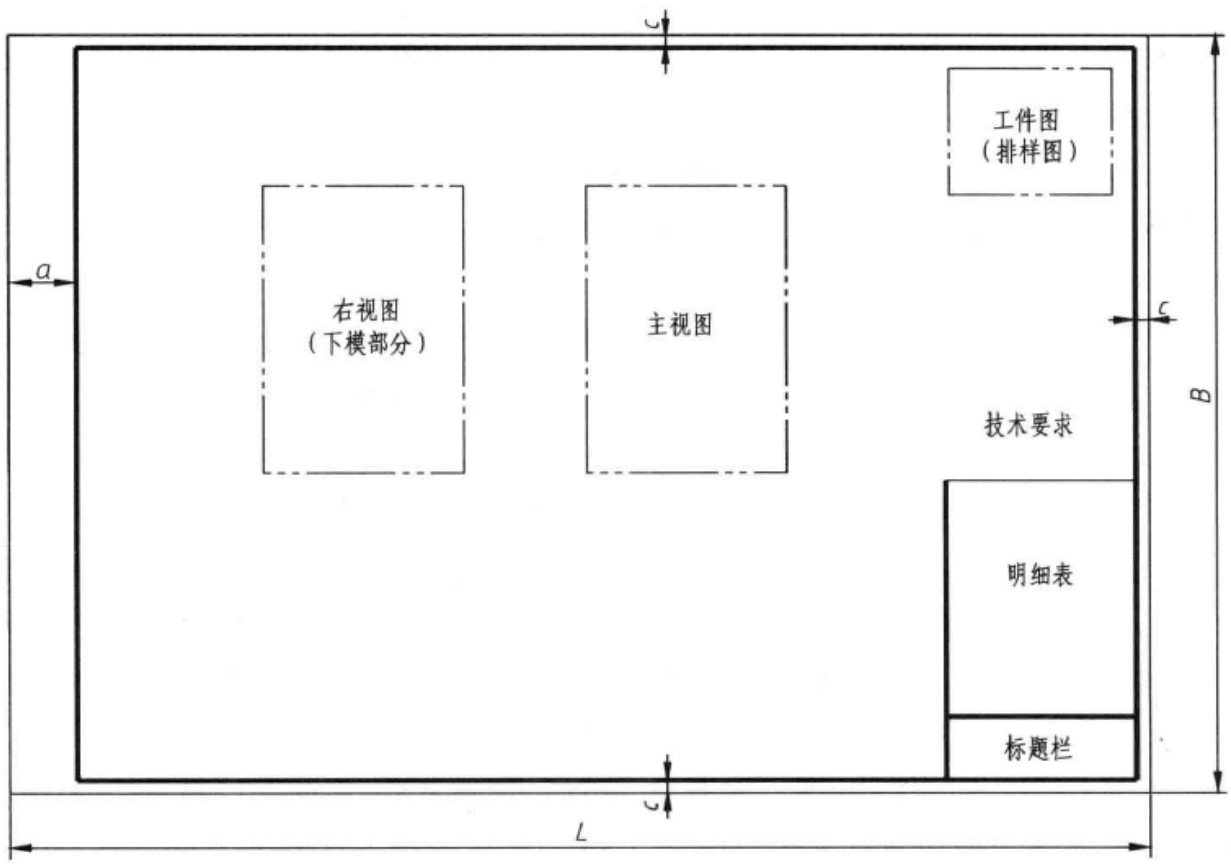


图 7-2　模具装配图的布置方式二

L、*B*—图样长度和宽度尺寸

2. 模具装配图的内容

完整的模具装配图应具备下列内容。

（1）主视图　主视图是模具装配图的主体部分，它可反映出模具的基本结构、工作原理、各零部件之间的相互位置及其装配关系，要求必须绘出。主视图一般采用全剖视或阶梯剖视画法，并常取模具的闭合状态，如图 7-4 中的主视图；也可一半（以模具中心线左半部分）处于闭合状态，另一半（以模具中心线右半部分）处于非闭合状态，如图 7-5 的主视图。模具处于闭合状态时，对确定模具零件的相关尺寸及选用工作设备的装模高度都极为方便。主视图中的工件和余料剖切面最好涂红（或涂黑），以使图面更显清晰。

（2）俯视图（右视图）　俯视图（右视图）分为下模（或动模）俯视图和上模（或定模）俯视图两种。下模（或动模）俯视图是假设将上模（或定模）拿掉以后的投影图，它只反映模具的下模（或动模）俯视可见部分。上模（或定模）俯视图是不拿掉上模（或定模）的投影图，它主要反映上模（或定模）俯视可见

部分。俯视图（右视图）通常位于主视图的下方（右方），且与主视图的中心线重合。一般情况下，都是绘制出下模（或动模）俯视图，如图7-8中的俯视图；有时也常将上（或定）、下（或动）模俯视图各画一半表示，如图7-4、图7-5、图7-7所示中的俯视图。通过俯视图，可了解模具零件的平面布置、排样方法、凹模孔或芯模的分布以及螺钉、销钉的位置等。对于冷冲模俯视图中的排样图轮廓线要用双点画线表示。

（3）侧视图、局部视图和仰视图　这些视图一般情况下不要求画出。只有当模具结构过于复杂，仅用上述主、俯视图难以表达清楚时，才有必要画出，但也宜少勿多，如图7-7中左视图和*C*—*C*断面图。

（4）工件图　工件图是经模具加工后所得到的工件图形，一般画在装配图的右上角，如图7-17所示。工件图要注明工件名称、材料、厚度及有关技术要求。工件图中一般仅标注与本工序有关的尺寸及公差，前面工序所完成的尺寸不必标出。工件图应按比例画出，一般与装配图的比例一致，特殊情况可缩小或放大比例。工件图的方向应与冲压或塑件成型方向一致（即与工件在模具装配图中的位置一样），工件过于复杂时，也允许与冲压或塑件成型方向不一致，但必须用箭头注明冲压或塑件成型方向。对于需多道工序用数付模具冲压成形的工件，除绘出本工序的工件图外，一般还要求绘出上道工序的半成品图。

（5）排样图　对于落料模、含有落料的复合模和级进模等冷冲模，必须绘出排样图，排样图一般布置在装配图的右上角，且常画在工件图的下面。排样图上应注明料宽、步距和搭边值等，如图7-17所示。复杂的多工位级进模，其排样图可单独绘制在另一张图样上。

（6）标题栏和明细表　标题栏和明细表应放在装配图的右下角，且明细表一般绘制在标题栏上方。当图面位置不够时，明细表可与标题栏毗邻左侧延续。明细表应包括序号、名称、数量、材料、热处理、标准零件代号及规格、备注等栏。装配图中的所有零件（含标准件）都要详细填写在明细表中。标题栏和明细表的内容、格式以及尺寸等已在GB/T 10609.1—2008和GB/T 10609.2—1989中作了规定，各企业可结合自己的特点参照执行。

（7）技术要求　技术要求一般位于明细表的上方，当图面位置不够时，也可放在明细表的左边。技术要求中一般只简要注明对该模具的装配、检验、使用等要求和应注意的事项，例如冲压力大小、所选设备型号、模具标记及相关工具等。当模具有特殊要求时应详细注明有关内容。

（8）视图尺寸标注　在模具装配图中，一般应在主视图上标出模具的开启和闭合高度尺寸以及与设备安装相关的尺寸，如模柄、浇口套等；在俯视图上应标出前后、左右平面轮廓尺寸；相关零件的配合尺寸及公差通常也应标出，如图7-7所

示。但有时为了使图面更显清晰，可将配合尺寸及公差写在“技术要求”中，如图 7-16 所示。

应当指出，模具装配图中的内容并非一成不变的，设计中可根据具体情况做出相应的增减。

二、模具装配图的绘制方法

绘制模具装配图时，应视模具的复杂程度及其尺寸的大小来确定图幅；并尽量采用 1:1 的比例，这样直观性好，便于发现设计问题。在某些情况下，也可采用放大或缩小的比例，但应以能清楚表达模具图的设计内容为前提，绘制的一般工作顺序是先把工件的主、俯视图画在图中的适当位置，其次画出模具的工作零件，接下来依次画出模具其他各部分的零件。主视图与俯视图应同时对应画出，这样有利于零件结构和尺寸的协调。当主、俯视图（必要时还有其他视图）绘制完成后，再依次绘出工件图、排样图（冷冲模有）、标题栏和明细表，最后标出尺寸和写出技术要求。

在此还应特别说明，模具装配图的绘制除应遵守国家机械制图标准的一般规定外，还应考虑到模具自身的结构特点，允许采用国家未规定但在企业中习惯使用的画法，现介绍如下。

（1）主视图习惯画成全剖视图　为了减少全剖视图内的局部剖视图，在不影响剖视图剖切面所通过部位结构清晰的情况下，可将剖切面外的结构旋转或平移到剖视图上，像螺钉、销钉、推杆的表达通常是这样处理的，见图 7-11 中序号 6 浇口套上的轮辐式浇口。

（2）俯视图的习惯画法如前所述　俯视图既可全用下模俯视图表示（见图 7-8），也可用上、下模俯视图各画一半表示（见图 7-5），尽量以较少的视图，将模具结构表达清楚。

（3）内六角螺钉和圆柱销的习惯画法

1）内六角螺钉在俯视图中可用双圆（螺钉头部外径和沉孔）表示，圆柱销可用单圆表示。见图 7-4 中序号 5、9 内六角螺钉和序号 13 销钉的俯视图。

2）当剖视位置较小时，通常可采用阶梯剖对同一尺寸线上的螺钉和圆柱销各画一半表示。见图 7-11 中序号 1 紧固螺钉与序号 2 圆柱销的画法。

（4）图线的习惯画法　通常模具的可见部分用粗实线表示，但有时为使模具结构更为清晰，也为后续拆画零件图奠定基础，习惯将某些不可见结构用虚线部分画出。

（5）弹顶器（弹性缓冲器）的习惯画法　冷冲模的弹顶器装在下模板下面，其作用起压料或卸料及顶件作用。当该模具的弹顶器需要专门设计时，必须在绘制总装图时将其全部画出；当工厂有可供选用的通用弹顶器时，则往往不必在装配图上画出，只在下模板上画出联接螺孔即可，但在装配图的技术要求中必须给出所采

用弹顶器的编号或代号。

三、模具装配图实例

1. 模具装配图应绘成闭合状态

无论是冷冲模还是塑料成型模，设计时都应将其装配图绘制成闭合状态。图7-3的错误是将模具设计成非闭合状态，这样不能清晰反映模具的基本结构、工作原理以及被加工零件断面的基本形状。

正确的画法是将模具绘制成如图7-4所示的闭合状态，或者以模具对称面为分界线一半设计成闭合状态，另一半设计成非闭合状态，如图7-5中左边设计成闭合状态，右边设计成非闭合状态。

2. 回转体实心件和高度方向尺寸远大于宽度方向的非回转体实心件不能按全剖绘制

对于具有回转体结构的实心件（如凸模、型芯、模柄、导正销和推料杆等）和紧固件，或高度方向尺寸远大于宽度方向的非回转体实心件，若剖切平面通过它们的轴心线或对称面时，则这些零件都按不剖绘制，仅画外形，需要时可采用局部剖视图。图7-6的错误是将具有回转体结构的实心型芯9采用了全剖表示（见书后插页）。

正确的画法是将具有回转体结构的实心件按不全剖来绘制，如图7-7所示的*A*—*A*、*B*—*B*剖视图中的型芯9、斜导柱4、限位螺钉19、推杆18等，图中型芯9采用了局部剖来表示其局部结构（见书后插页）。

3. 回转体空心件和高度方向尺寸小于宽度方向尺寸的非回转体实心件按全剖绘制

当剖切平面通过空心回转体结构件的轴心线，或者高度方向尺寸小于宽度方向尺寸的非回转体实心结构件，可采用全剖方式表示。图7-8所示的浇口套17、定位圈18、导套21属空心回转体结构件，而图7-4中的拉深凸模18和图7-8所示的滑块12、型芯15等又属高度方向尺寸小于宽度方向尺寸的非回转体结构的实心件，故按全剖绘制。

4. 用拆卸法来表示模具分型面的结构

在模具装配图中，当模具定模（或上模）的某些零件遮住了动模（或下模）所表达的内容时，应以模具分型面为界，假想将定模（或上模）部分拆去后绘制，避免沿分型面用剖切方式表示。图7-9的错误是用*B*—*B*剖切面来表示动模的结构，造成动模型芯的外形被剖掉，取而代之的是过多剖面线（见图中红色线段），影响了模具结构的清晰性。

正确的画法是：以模具分型面为界，根据需要，可全部拆去定模（或上模）的遮盖部分，将动模的结构完整地表示出，如图7-8所示；或者以模具对称中心

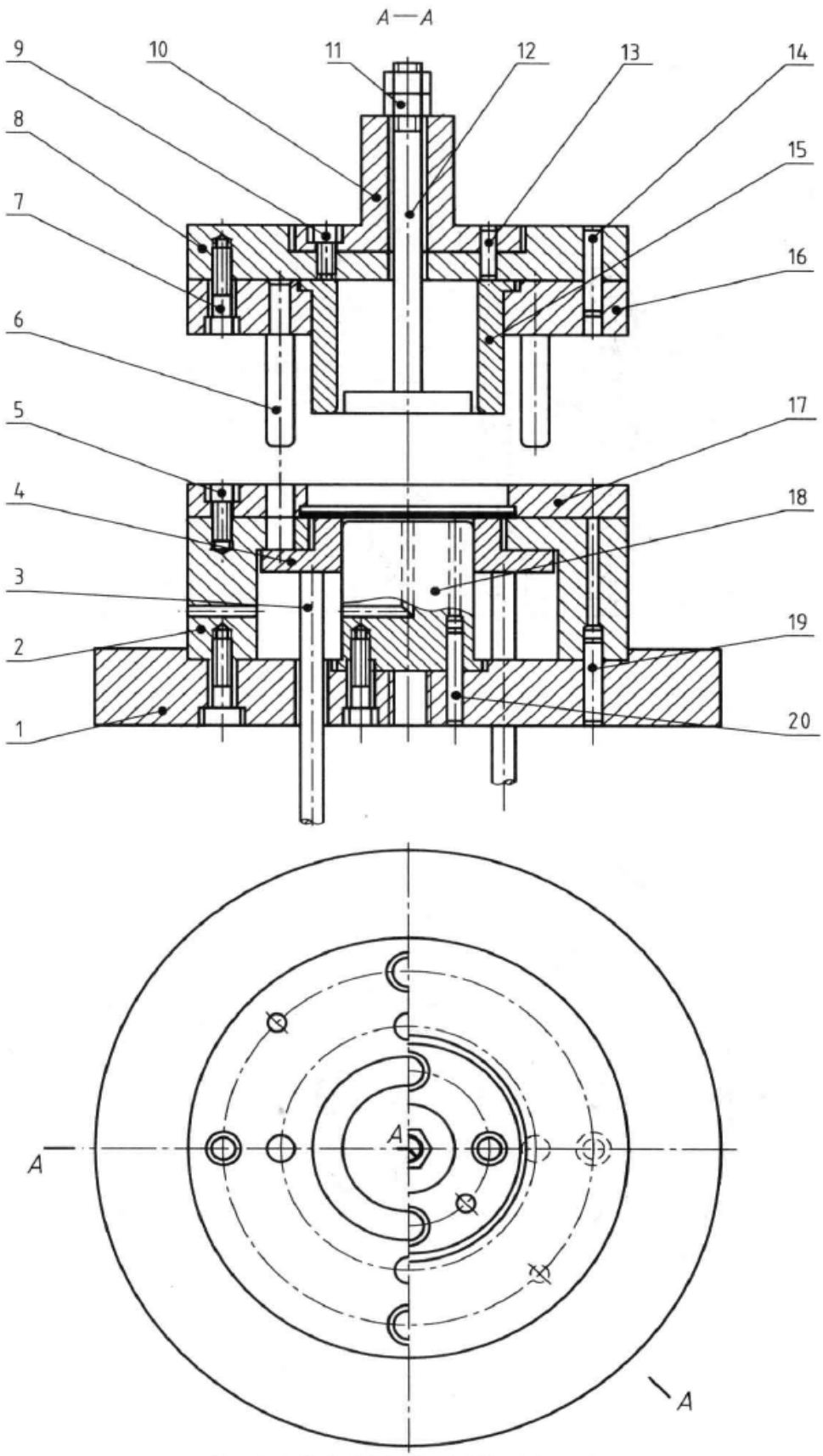


图 7-3　落料拉深复合模的错误表达

1—下模座　2—落料凹　3—推杆　4—压边圈　5、7、9—螺钉　6—导正销　8—上模座
10—模柄　11—螺母　12—推料杆　13、14、19、20—销钉　15—凸凹模
16—凸凹模固定板　17—卸料板　18—凸模

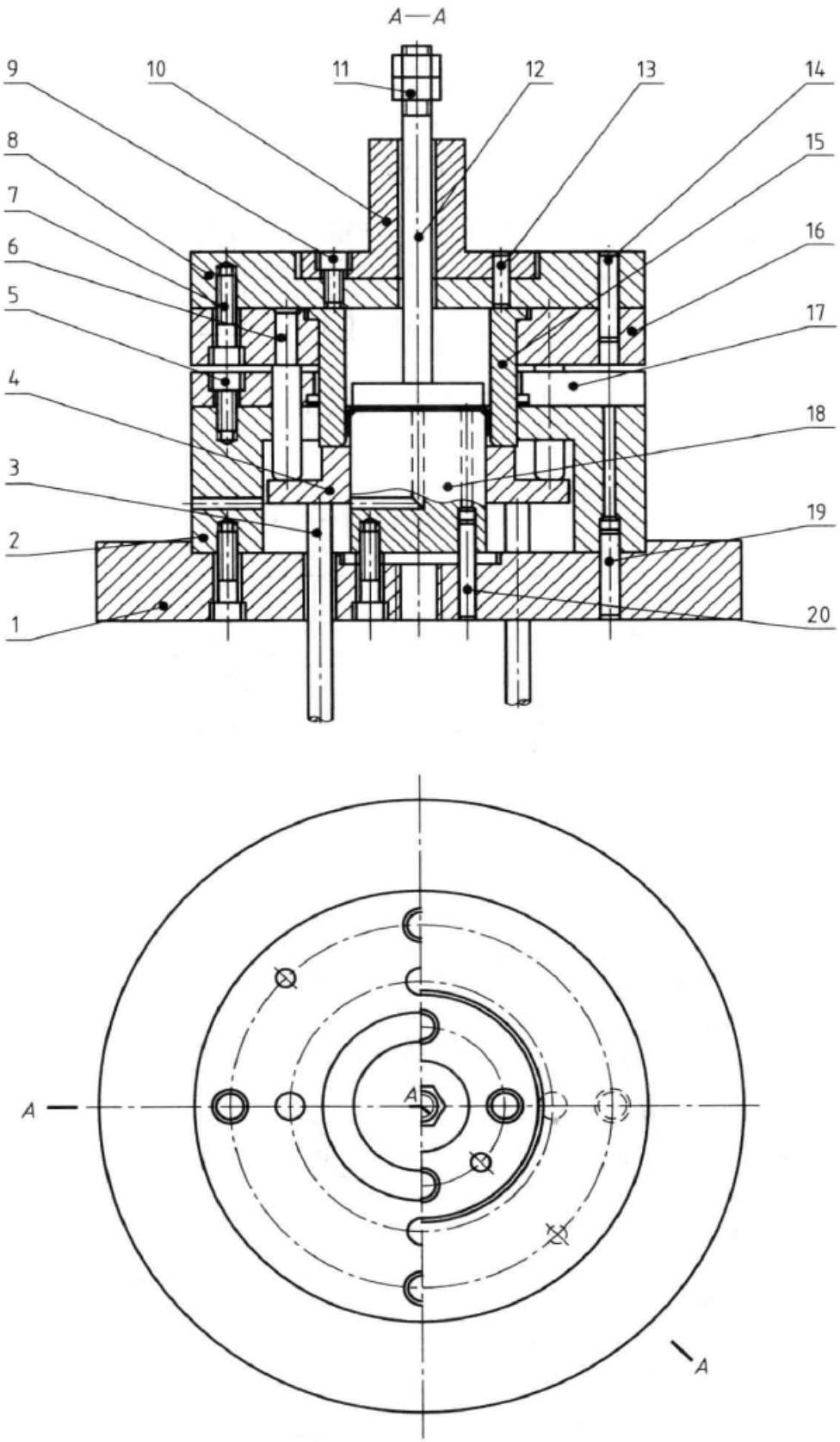


图 7-4 落料拉深复合模的闭合表达

1—下模座 2—落料凹 3—推杆 4—压边圈 5、7、9—六角螺钉 6—导正销 8—上模座 10—模柄 11—螺母 12—推料杆 13、14、19、20—销钉 15—凸凹模 16—凸凹模固定板 17—卸料板 18—凸模

线为界，部分拆去遮盖部分，这样在俯视图中，即可反映定模（或上模）座的结构，又可反映动模（或下模）的结构，如图 7-4、图 7-5 和图 7-6 的俯视图中左半边反映的是动模的外形结构，而右半边反映的是定模座的外形结构。模具图中以分型面为界作拆卸画法，视图上可不标注“拆卸 × ×…”，这与机械图是不同的。

分型面的符号与剖切位置的符号在画法上是有区别的，分型面的符号“⫪”用细实线画出，其箭头表示模具运动方向，标在模具分型面两端，并用罗马数字“Ⅰ、Ⅱ…”，表示第一、二…分型面，如图 7-7 所示。而剖切位置是用符号“⫪ ⫪”表示，并用大写的拉丁字母“*A*、*B*…”，表示剖视图的名称，如图 7-10 中 *A*—*A* 所示。

5. 合理选择剖切面位置，避免出现不完整结构

在绘制模具装配图时应反复斟酌，合理、正确选出剖切面位置，尽量以较少的视图来表达装配图中各零部件间的连接关系，避免出现不完整结构。图 7-10 中的错误是紧固螺钉 2、23 和圆柱销 8、12 都出现了不完整结构的表达错误（见图中红色线段）。正确的画法如图 7-11 所示，以紧固螺钉 1、23 与圆柱销 2、22 的公共对称中心线为界，各画一半，来完整表达它们之间的联接关系。

6. 按国家制图标准绘制模具图视图

绘制模具图时，对于国家制图标准已作明确规定的标准件和常用件应严格按标准要求来绘制，图 7-12 的错误是采用双点画线将图中弹簧 3、11、20 画成了对角线的矩形框图样（见图中红色线段）。这种画法既不符合规定弹簧的视图画法，也不符合弹簧的示意画法，更不符合弹簧的剖视画法。

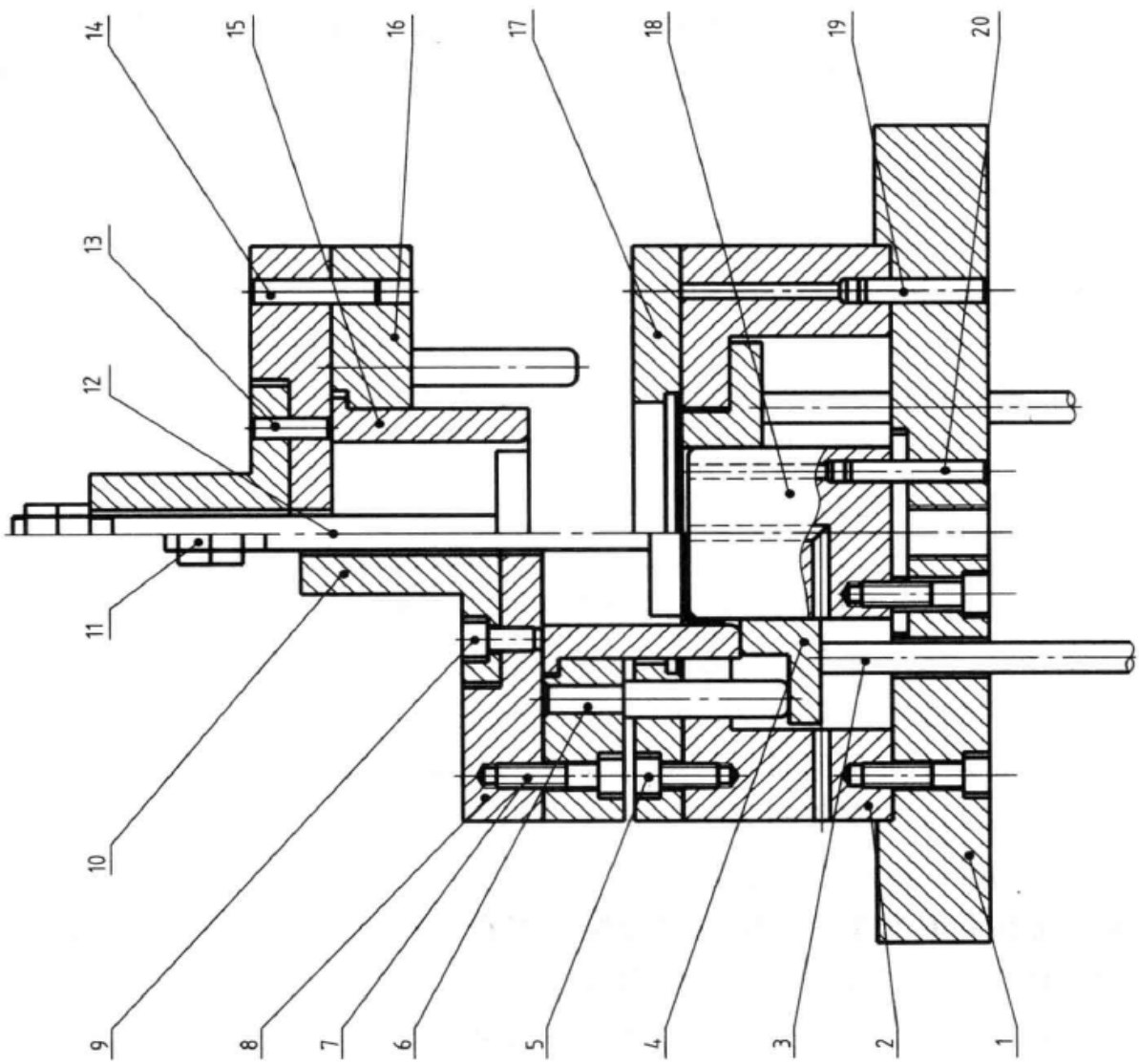
正确的弹簧表示方法见图 7-13 中弹簧 3、11 为剖视画法，图中没剖的弹簧 20 为视图画法。图 7-6 中弹簧 17 为示意画法。

7. 模具装配图应有完整的内容

一幅完整的模具装配图，除与机械装配图有相同的内容（即一组反映模具装配关系的视图、标题栏和明细表、技术要求和尺寸标注）外，同时还应具备工件图，对于冷冲模还应有工件排样图。图 7-14 中虽有标题栏、明细表、技术要求和尺寸标注，但缺工件图、工件的名称、材料以及比例，是不完整的。完整的注塑模如图 7-15 所示。

图 7-16 是一副冷冲模的装配图，图中虽有工件图、工件的名称、材料以及比例，但由于缺工件排样图，也是不完整的。完整的冷冲模如图 7-17 所示。

随计算机技术运用到模具设计中，在绘制模具装配图时，还可将具有立体感的三维工件图形放在二维工件图的上方，以帮助了解工件图和模具的结构，见图7-16 和图 7-17。


14
15
16
17
18
19
20
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

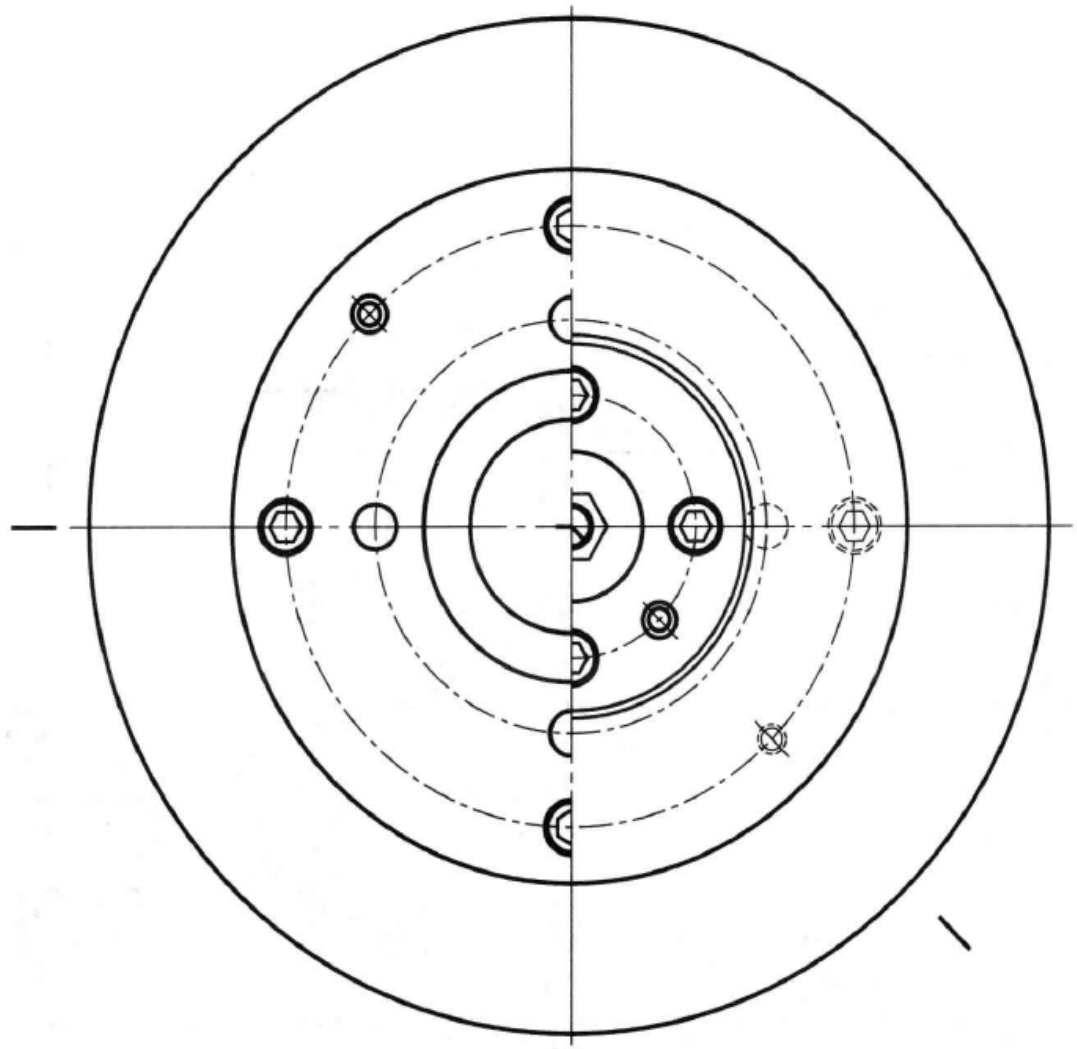
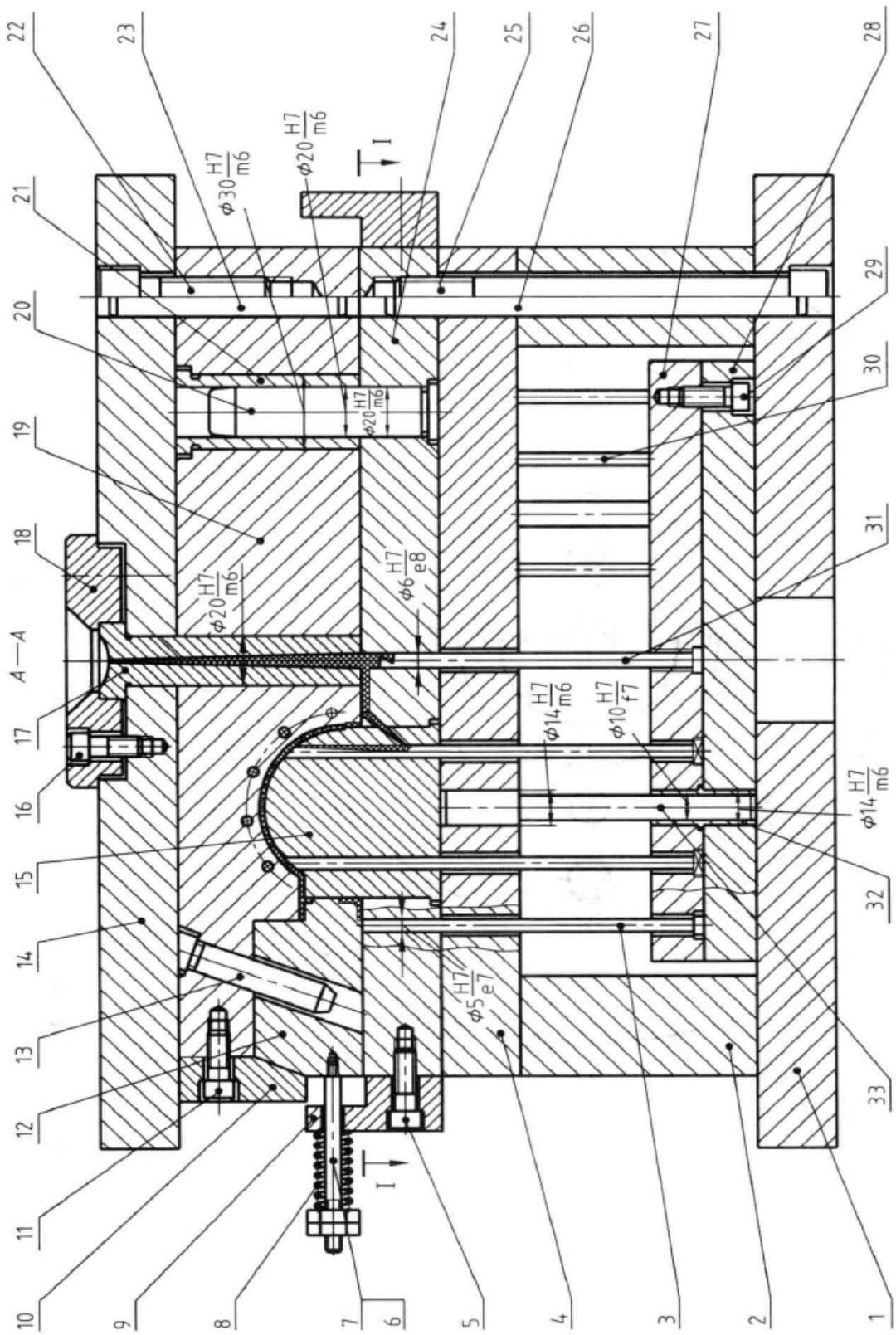


图 7-5　落料拉深复合模的半闭半开表达

1—下模座　2—落料凹　3—推杆　4—压边圈　5、7、9—螺钉　6—导正销　8—上模座　10—模柄　11—螺母　12—推料杆
13、14、19、20—销钉　15—凸凹模　16—凸凹模固定板　17—卸料板　18—凸模


A—A
I
I
φ30 H7/m6
φ20 H7/m6
φ20 H7/m6
φ20 H7/m6
φ6 H7/e8
φ14 H7/m6
φ10 H7/f7
φ14 H7/m6
φ5 H7/e7
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33

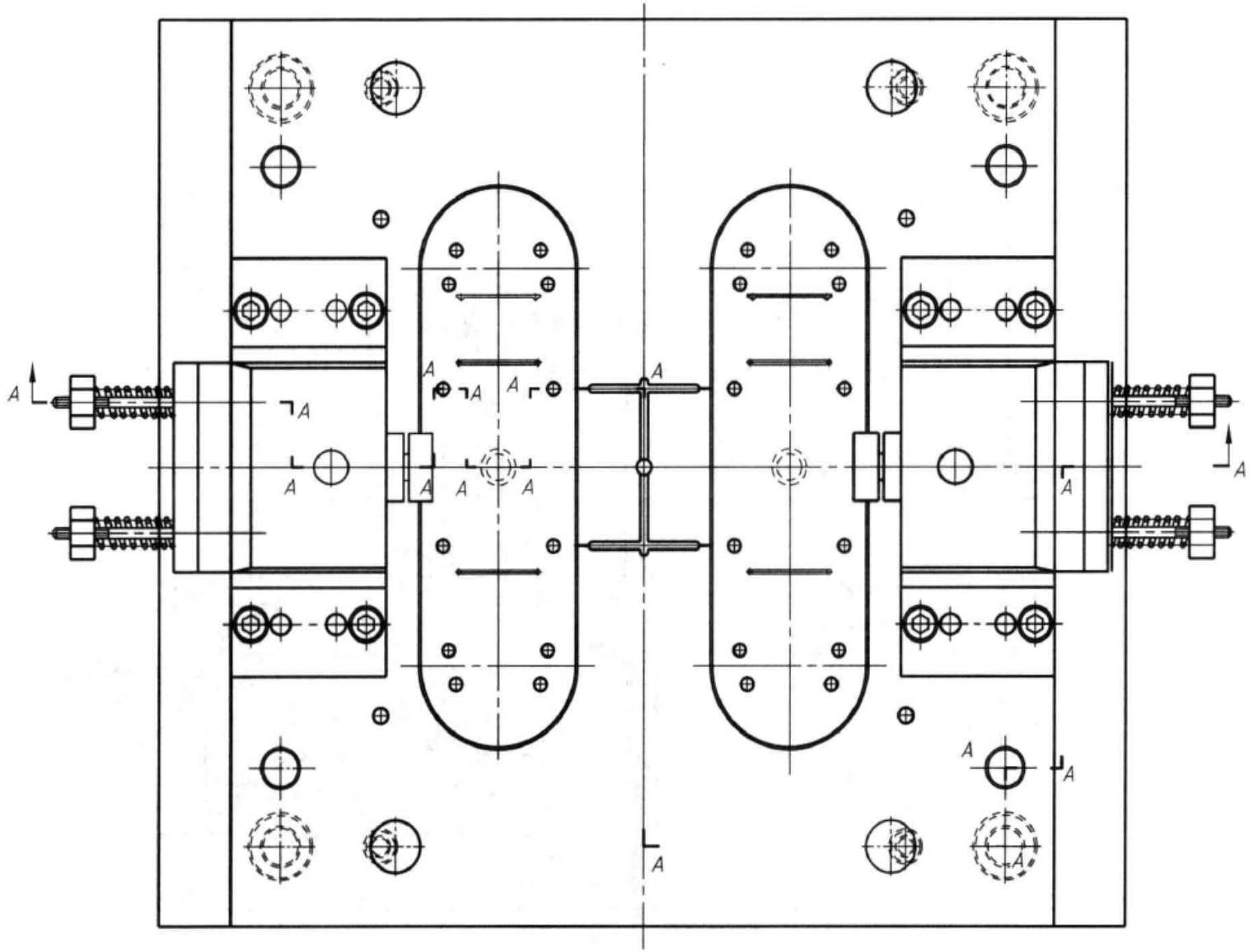
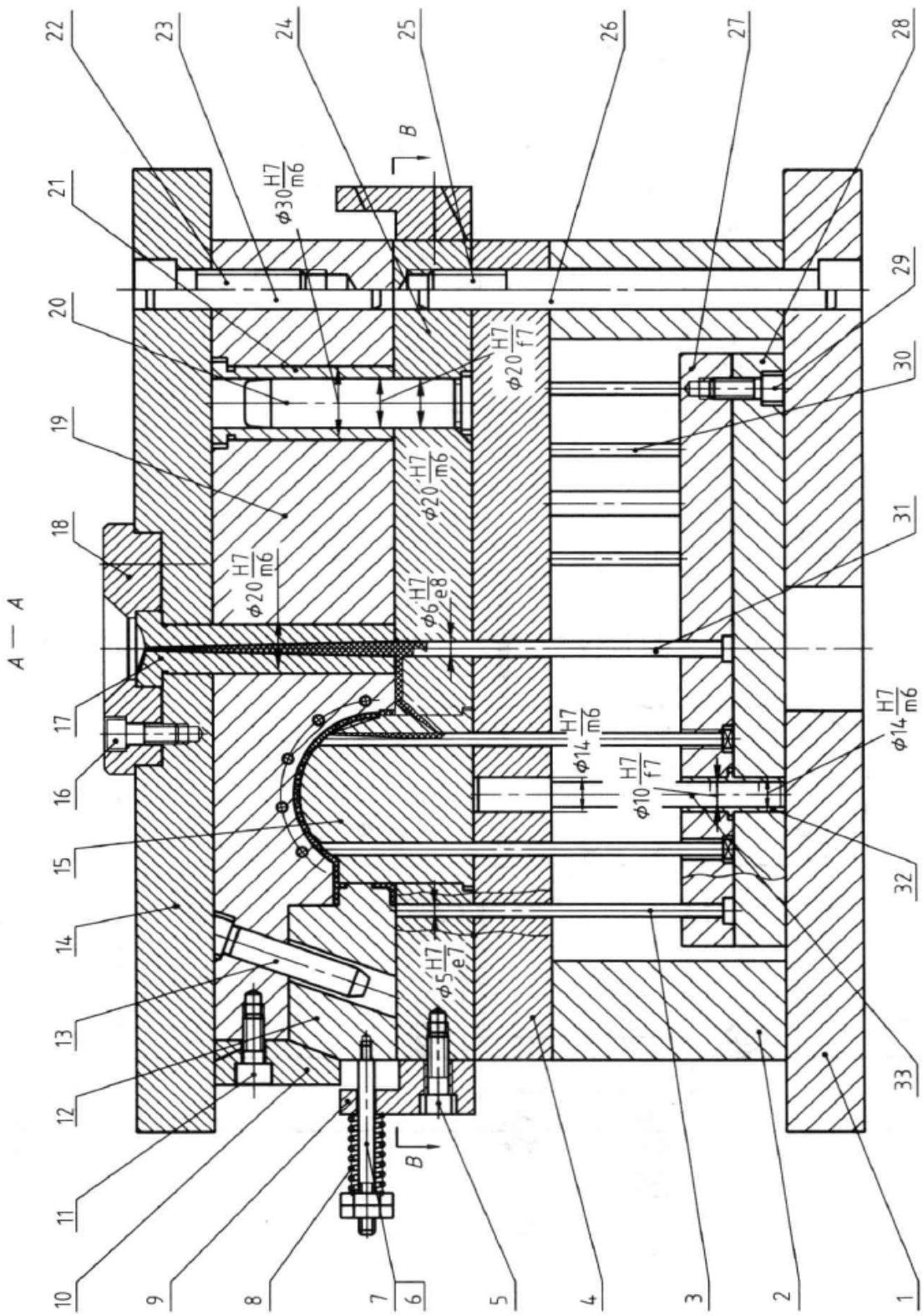


图 7-8　节能灯罩塑料注射模的正确表达

1—动模座板　2—垫块　3—复位杆　4—支承板　5、11、16、22、25、29—紧固螺钉　6—拉杆　7—螺母　8—弹簧　9—挡块　10—楔紧块
12—滑块　13—斜导柱　14—定模座板　15—型芯　17—浇口套　18—定位圈　19—定模型腔　20—导柱　21—导套
23、26—圆柱销　24—型芯固定板　27—推杆固定板　28—推板　30—推杆　31—拉料杆　32—推杆导套　33—推杆导柱


A — A
B
B
φ30 H7/m6
φ20 H7/f7
φ20 H7/m6
φ20 H7/m6
φ6 H7/e8
φ14 H7/m6
φ10 H7/f7
φ14 H7/m6
φ5 H7/e7
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33

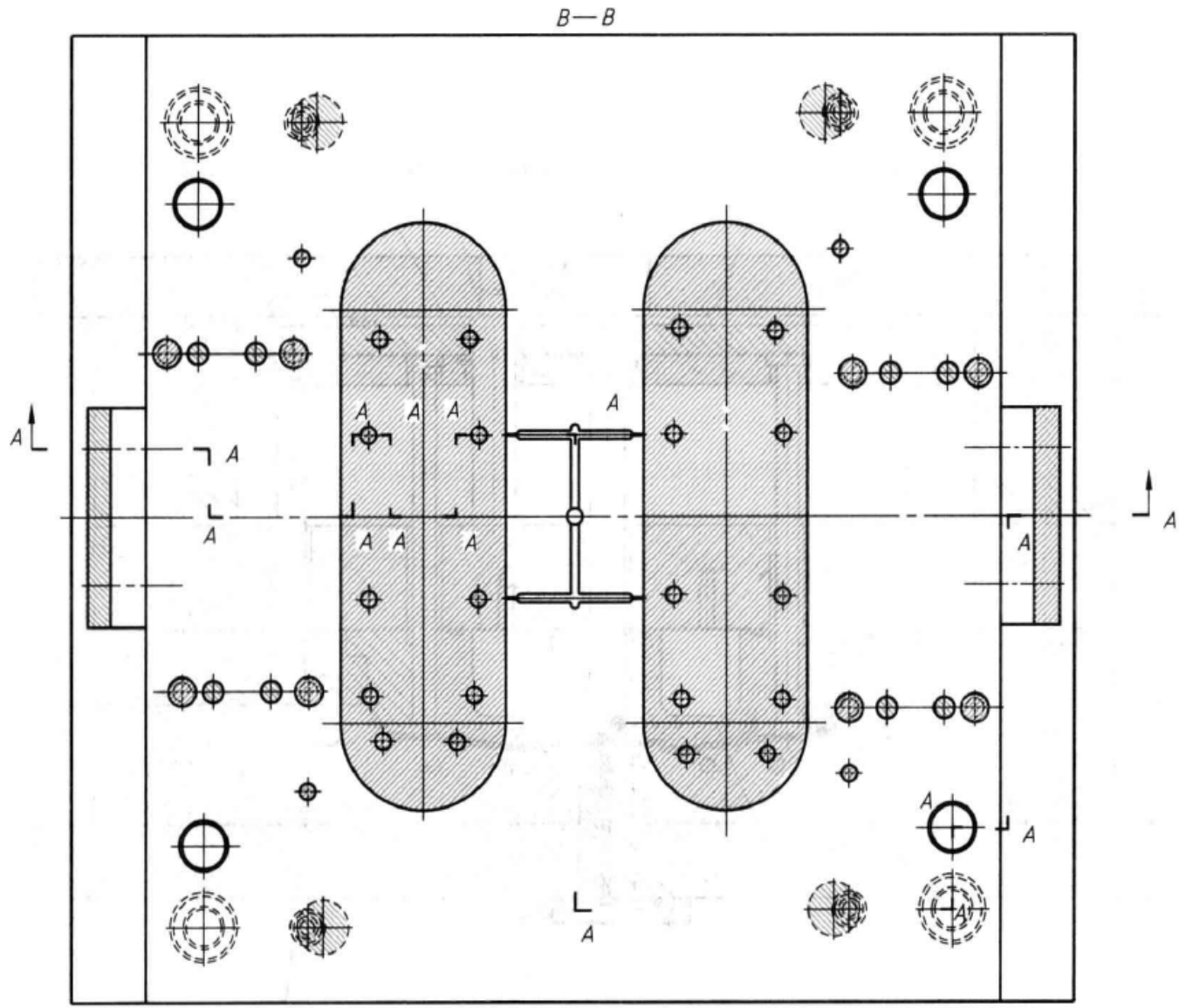
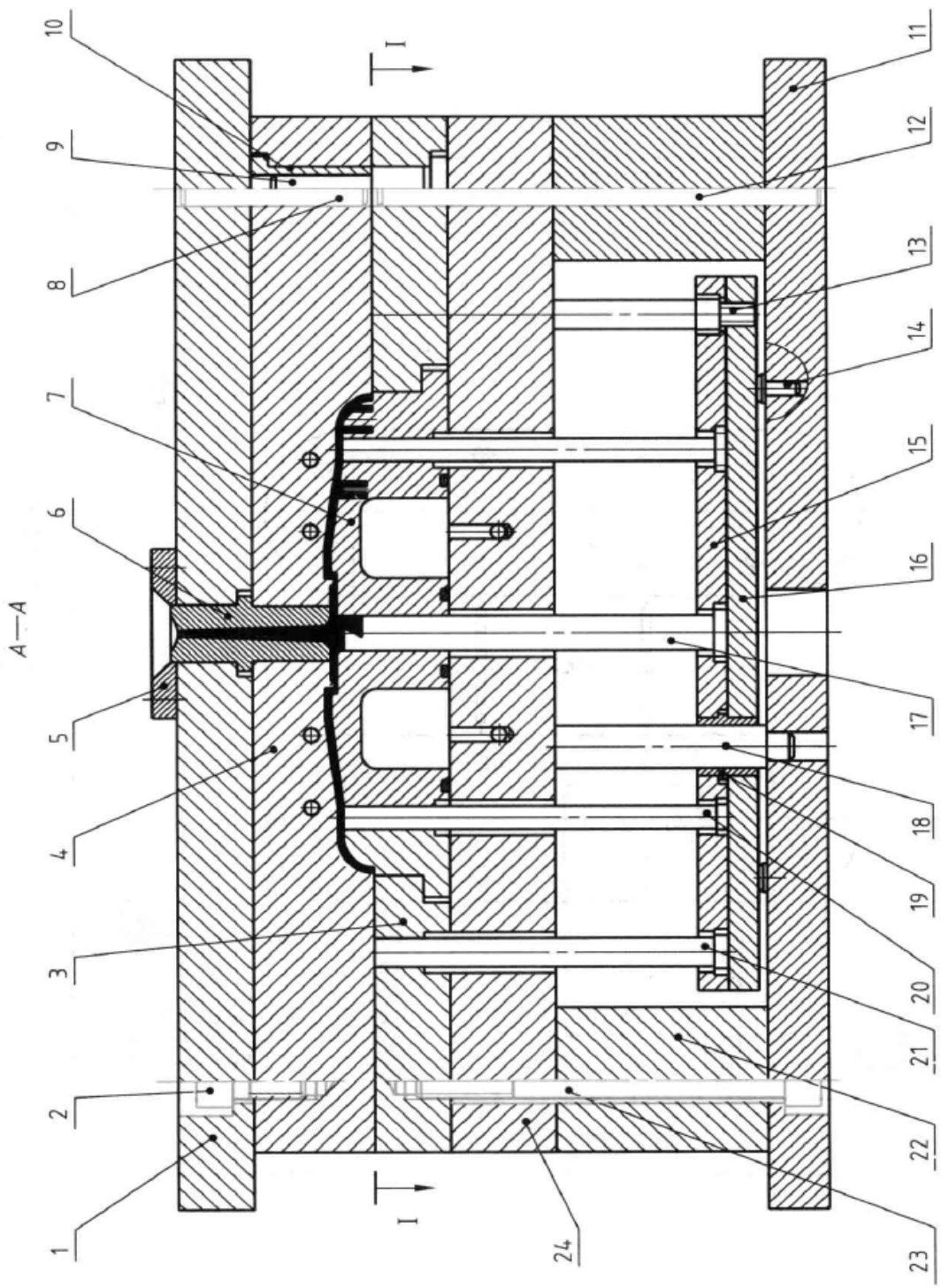


图 7-9　节能灯罩塑料注射模的错误表达

1—动模座板　2—垫块　3—复位杆　4—支承板　5、11、16、22、25、29—紧固螺钉　6—拉杆　7—螺母　8—弹簧　9—挡块　10—楔紧块
12—滑块　13—斜导柱　14—定模座板　15—型芯　17—浇口套　18—定位圈　19—定模型腔　20—导柱　21—导套　23、26—圆柱销
24—型芯固定板　27—推杆固定板　28—推板　30—推杆　31—拉料杆　32—推杆导套　33—推杆导柱


A—A
I
I
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

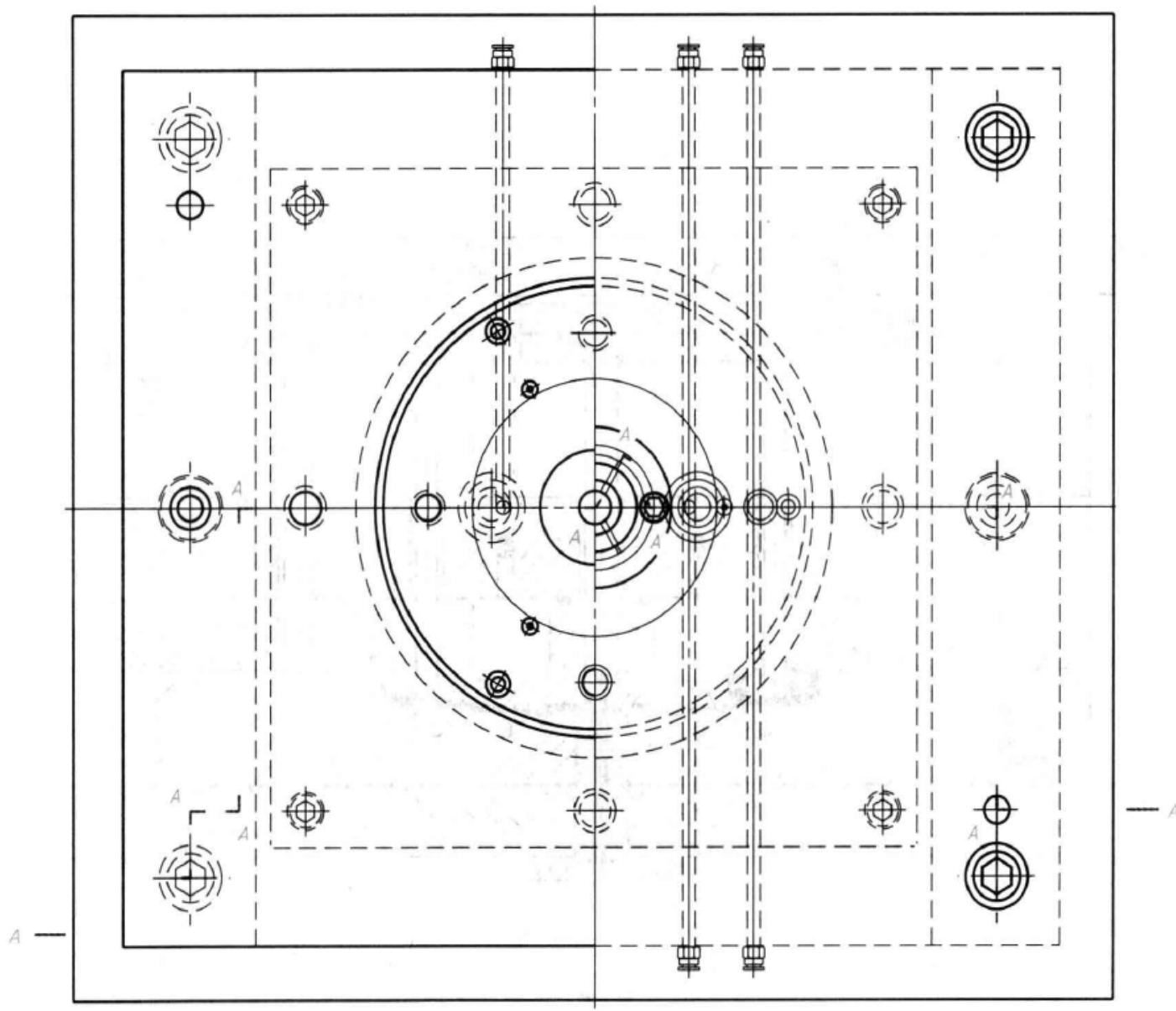
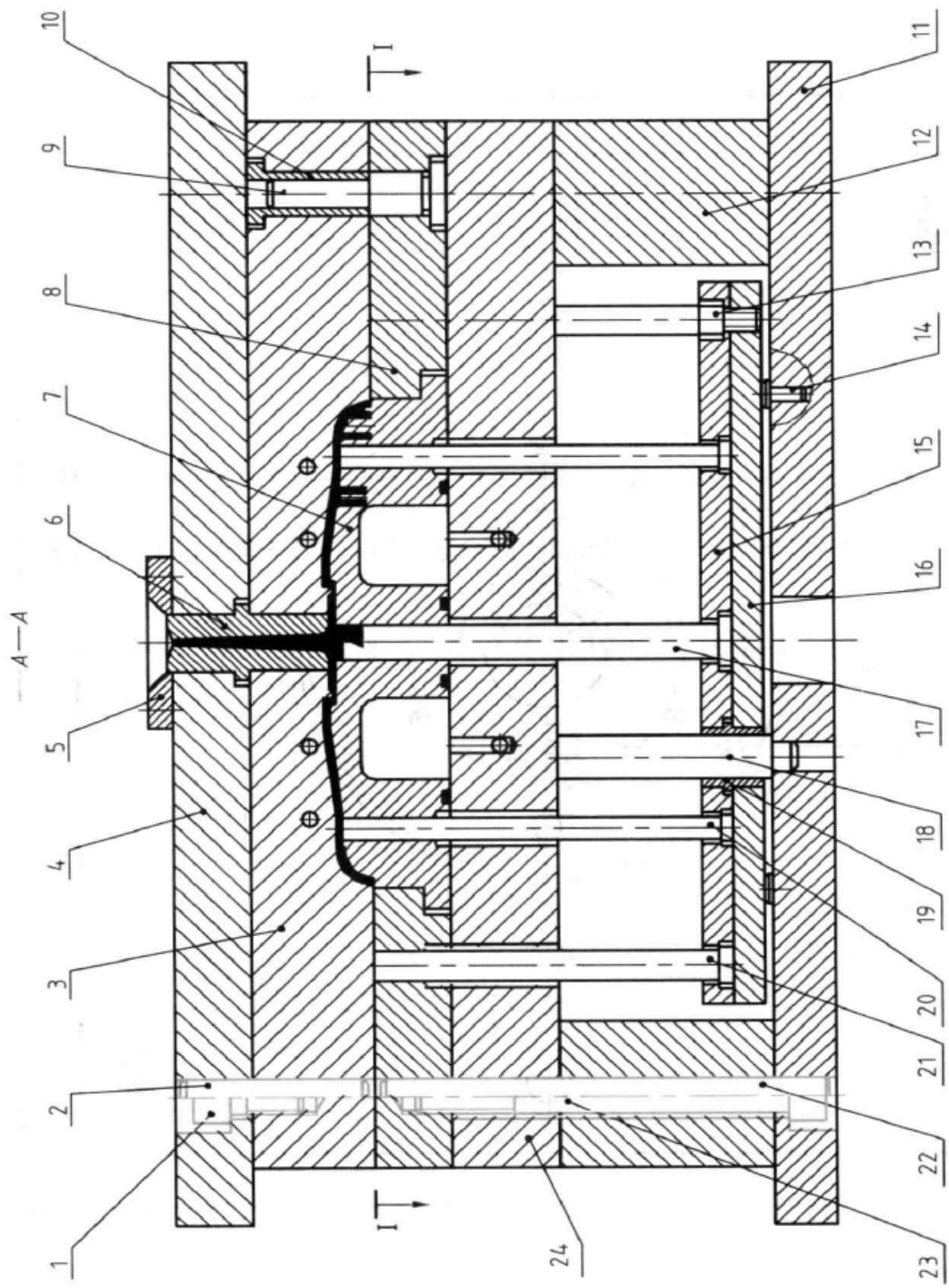


图 7-10　托板塑料注射模的错误表达

1—定模座板　2、13、23—紧固螺钉　3—型芯固定板　4—定模型腔　5—定位圈　6—浇口套　7—芯模　8、12—圆柱销　9—导柱　10—导套　11—动模座板
14—限位钉　15—推杆固定板　16—推板　17—拉料杆　18—推杆导柱　19—推杆导套　20—推料杆　21—复位杆　22—垫块　24—支承板


A—A
I
I
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

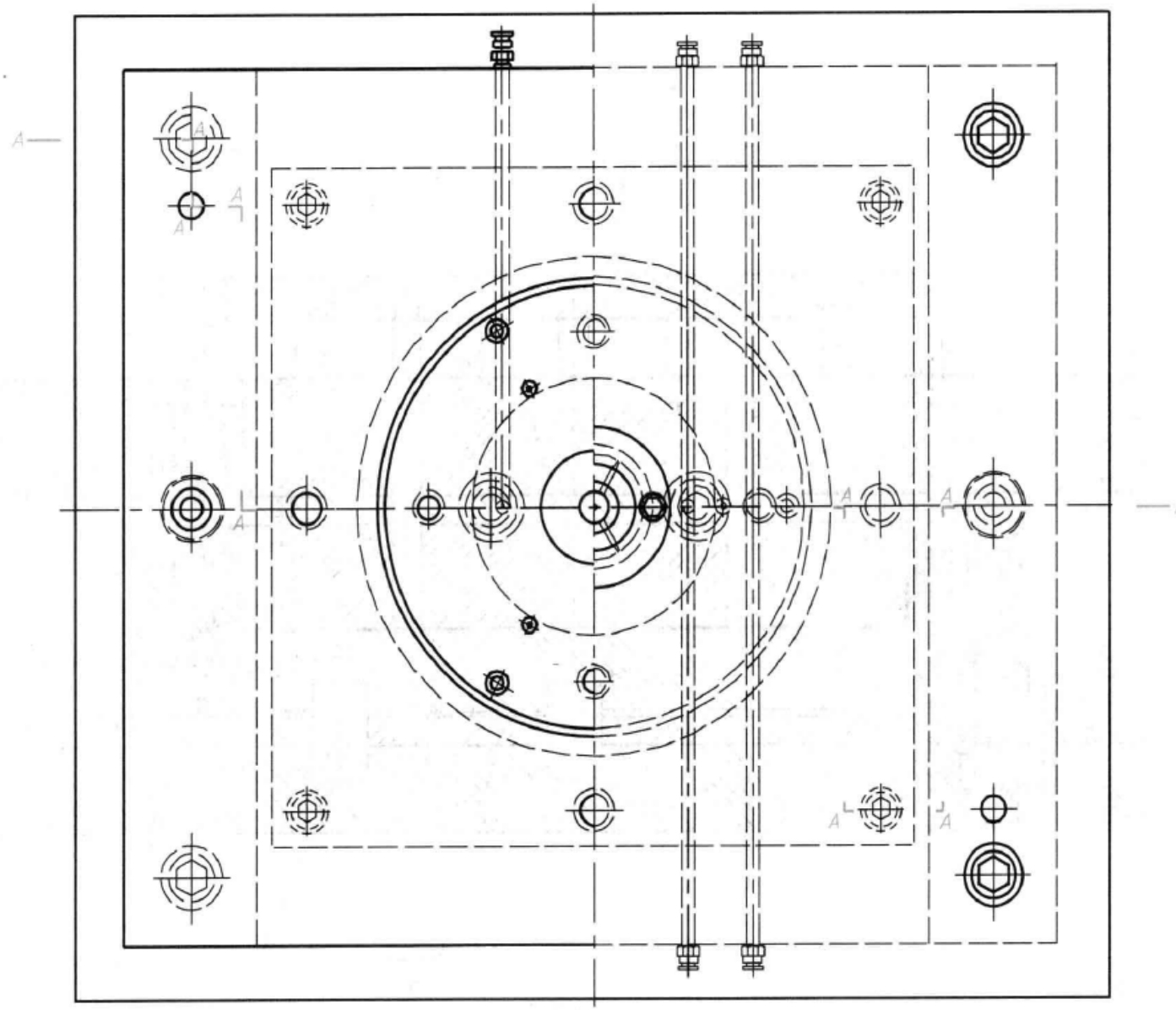
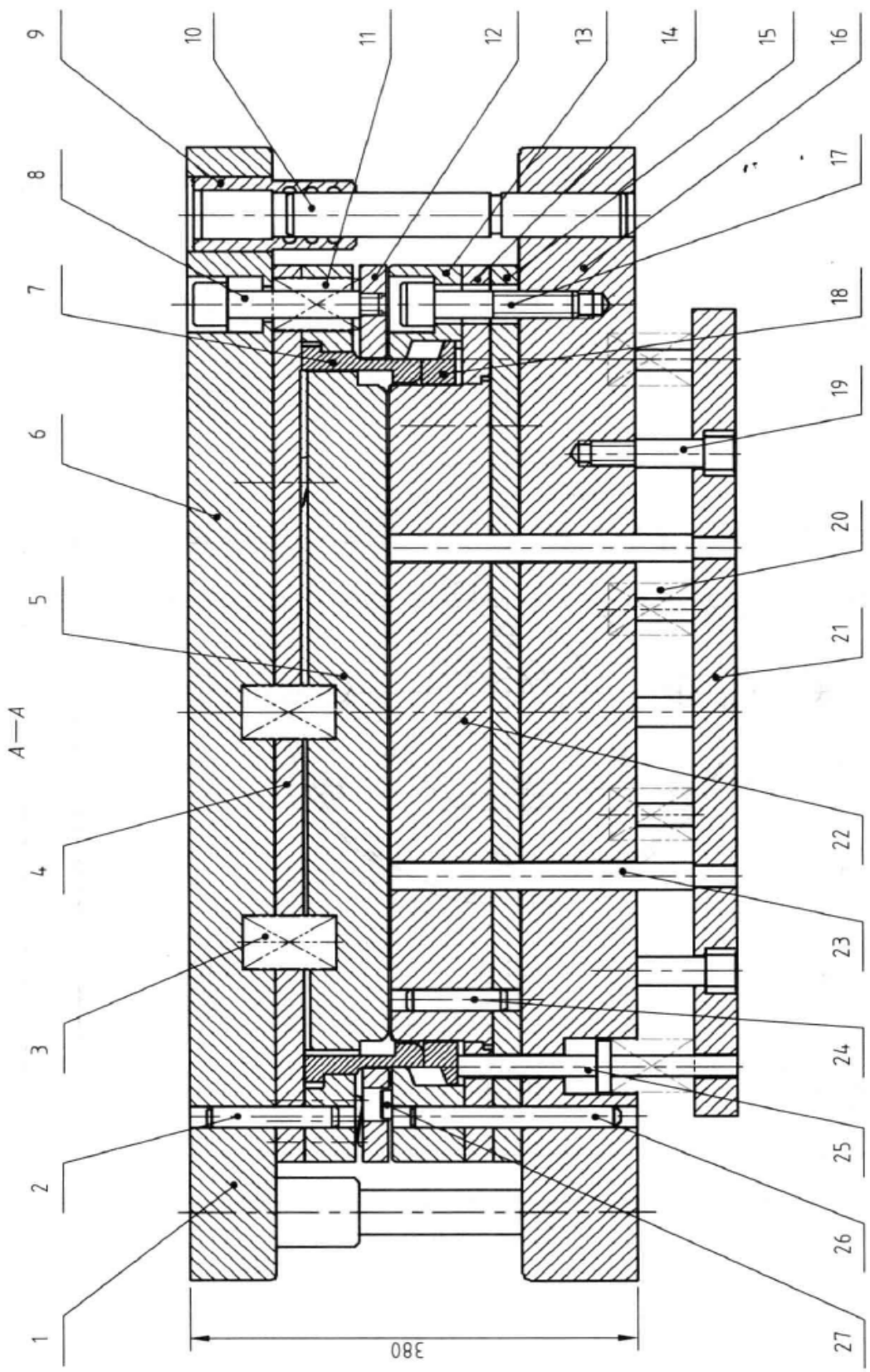


图 7-11　托板塑料注射模的正确表达

1、13、23—紧固螺钉　3—定模型腔型　4—定模座板　5—定位圈　6—浇口套　7—芯模　8 芯模固定板　2、22—圆柱销　9—导柱　10—导套　11—动模座板　12—垫块　14—限位钉　15—推杆固定板　16—推板　17—拉料杆　18—推杆导柱　19—推杆导套　20—推料杆　21—复位杆　24—支承板


A—A
380
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

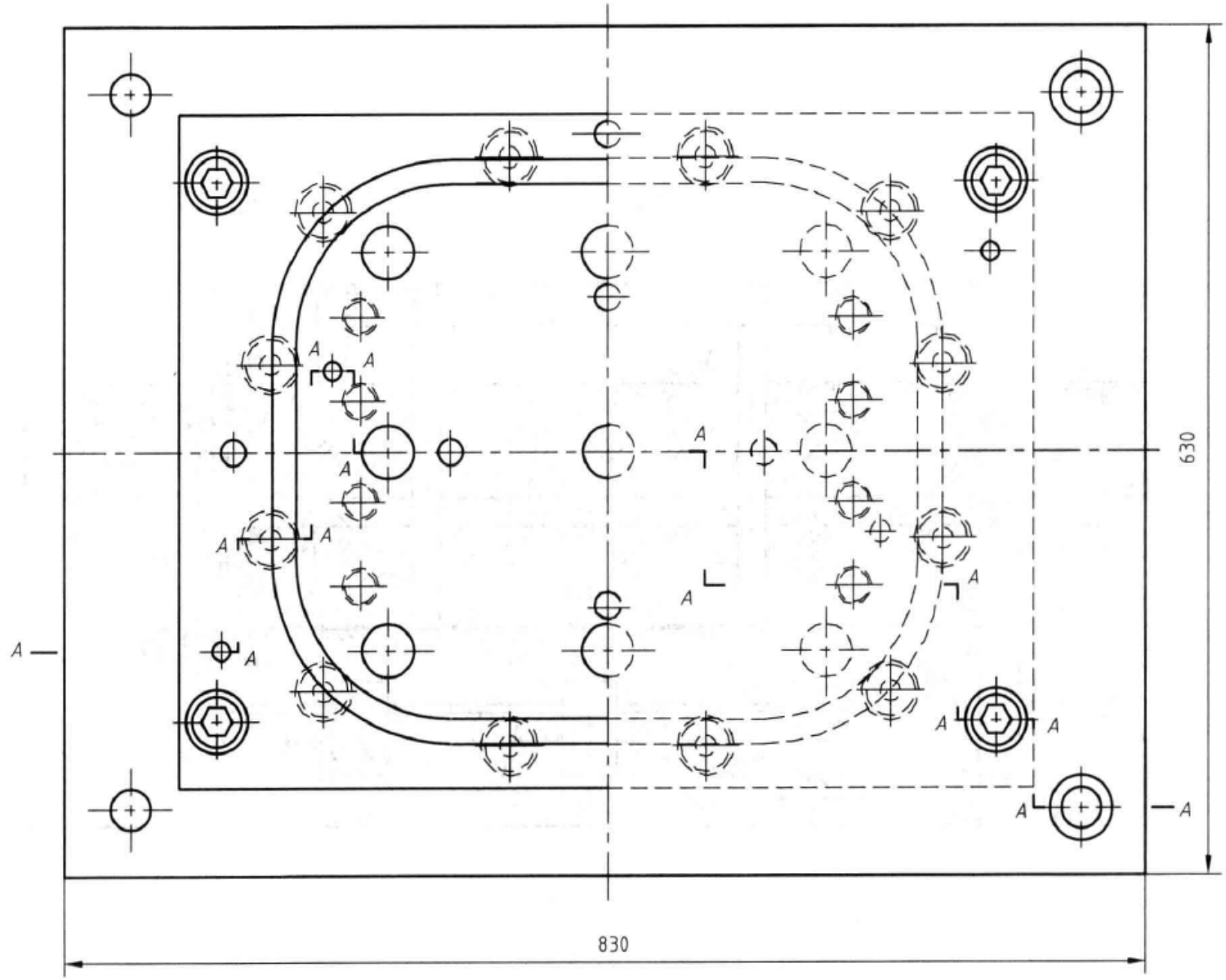
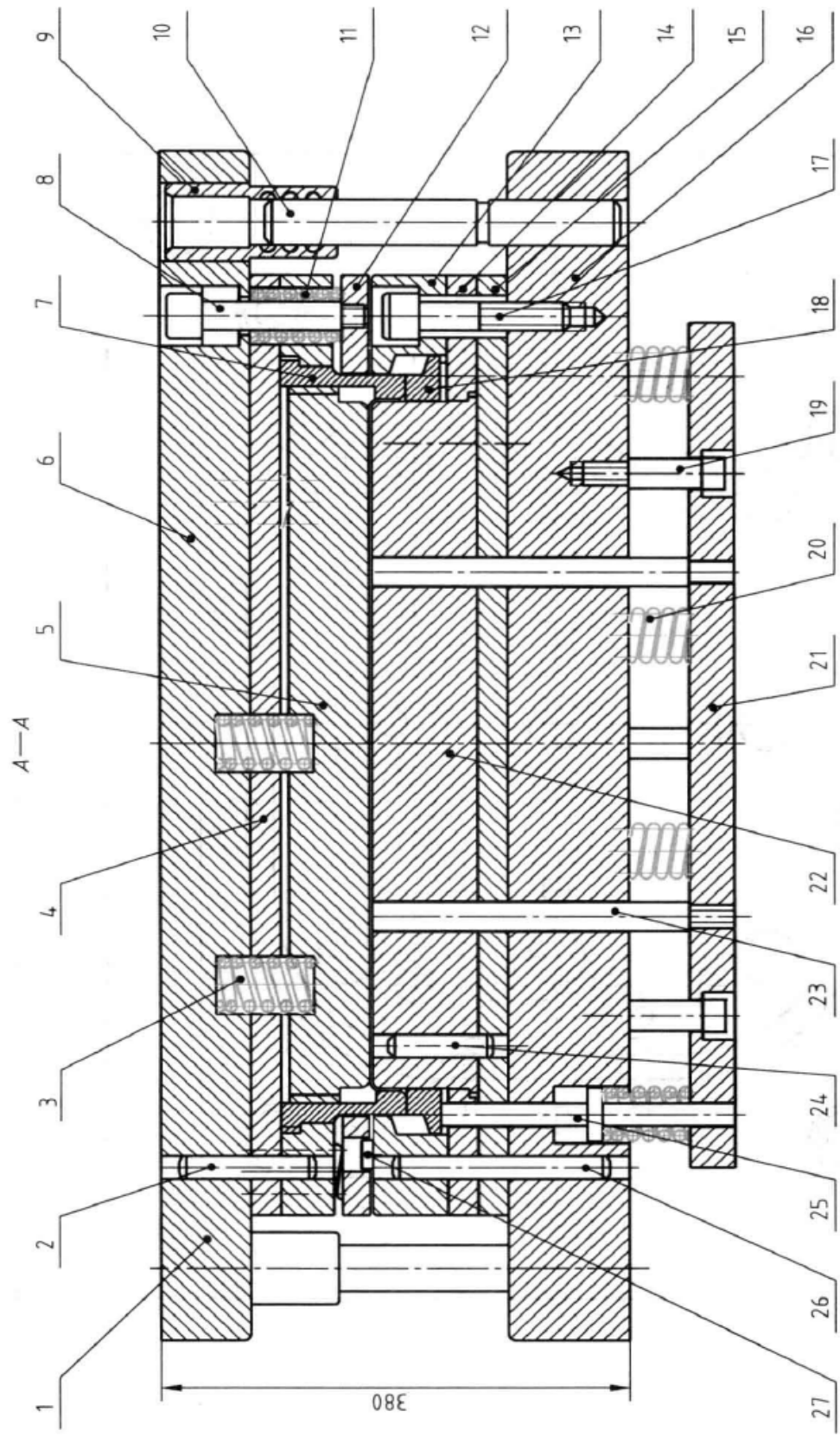


图 7-12　落料拉深复合模的错误表达

1—上模座　2、24、26—销钉　3、11、20—弹簧　4—垫板　5—拉深凹模　6—落料凸模　7—凸凹模固定板　8、17、19—螺钉　9—导套　10—导柱
12—卸料板　13—落料凹　14—拉深凸模固定板　15—垫板　16—下模座　18—压边圈　21—拉深凸模　22—推料板　23、25—推杆　27—挡料销


A—A
380
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

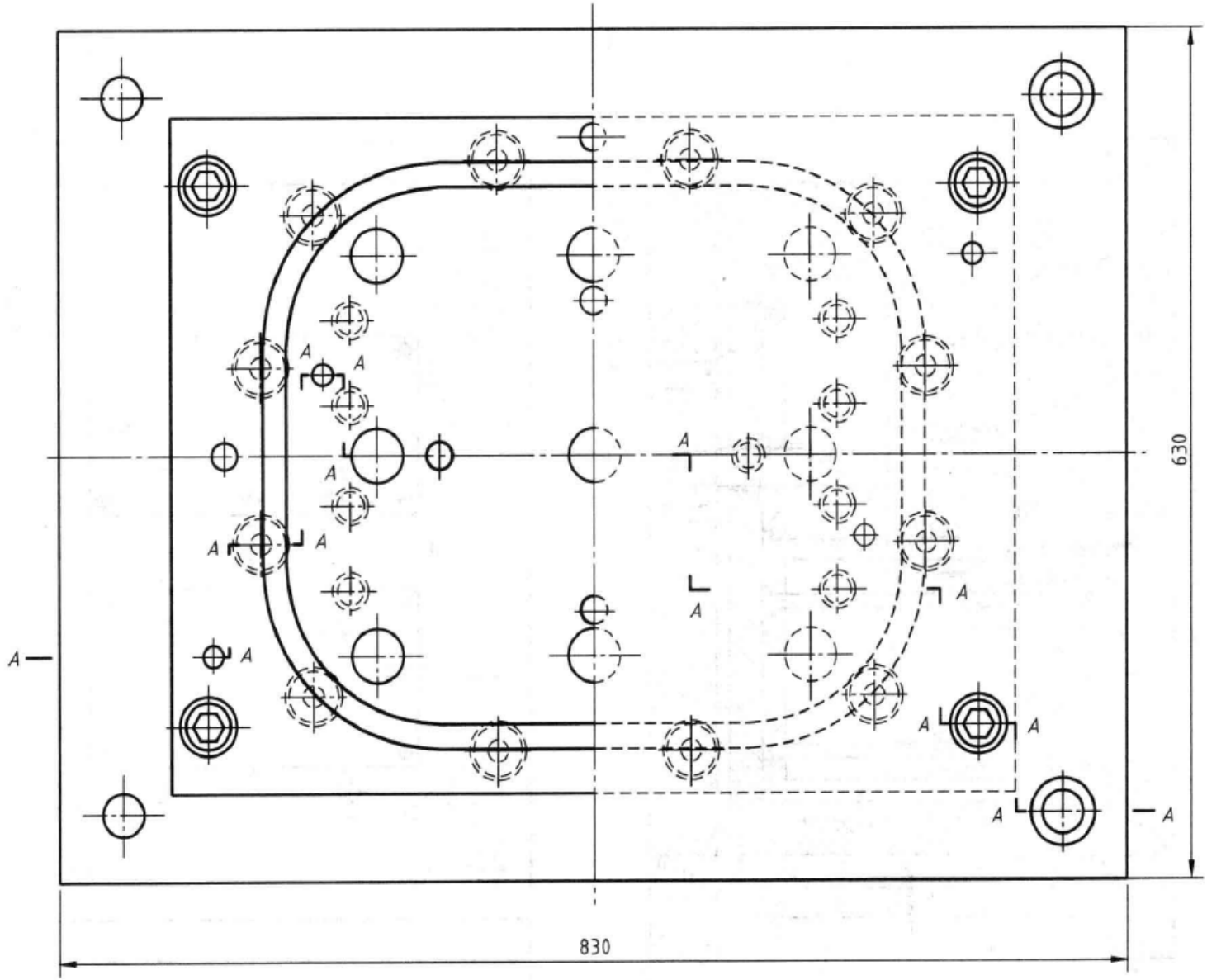


图 7-13　落料拉深复合模的正确表达

1—上模座　2、24、26—销钉　3、11、20—弹簧　4—垫板　5—拉深凹模　6—落料凸模　7—凸凹模固定板　8、17、19—螺钉　9—导套　10—导柱
12—卸料板　13—落料凹　14—拉深凸模固定板　15—垫板　16—下模座　18—压边圈　21—拉深凸模　22—推料板　23、25—推杆　27—挡料销

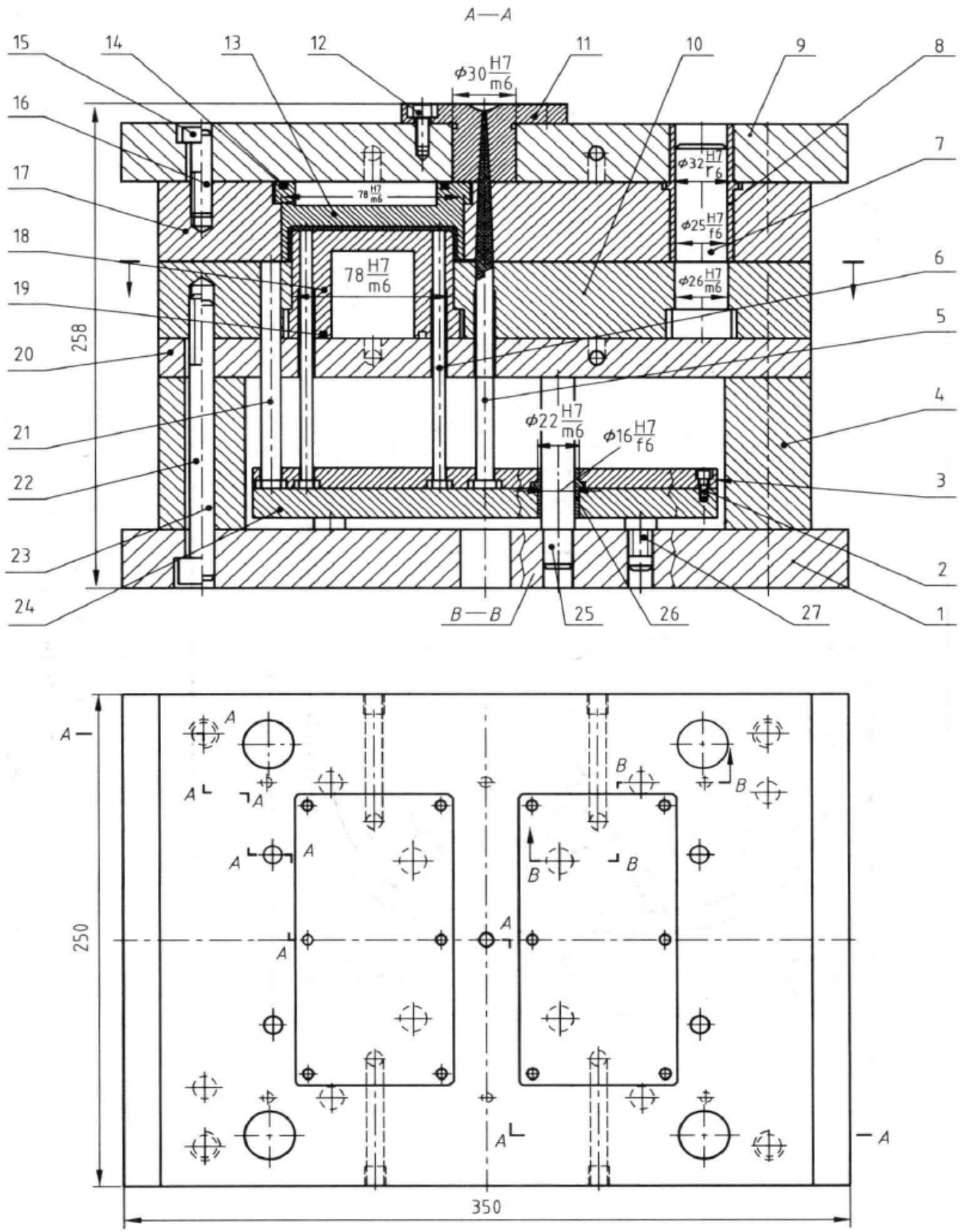

A—A
B—B
$\phi30\frac{H7}{m6}$
$\phi32\frac{H7}{f6}$
$\phi25\frac{H7}{f6}$
$\phi26\frac{H7}{m6}$
$78\frac{H7}{m6}$
$\phi22\frac{H7}{m6}$
$\phi16\frac{H7}{f6}$
258
250
350
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

图 7-14 收音机盒注

技术要求

1. 按图中结构，分别将凸、凹模装入动、定模板后，在磨床上将其安装面磨成同一平面。
2. 安装隔水圈时可采用油脂暂时定位，隔水圈的压缩变形量为其断面的1/4～1/3。
3. 试模时要仔细调节复位杆和顶杆，使顶杆与凸模顶面成为同一平面。

序号	代号	名称	数量	材料	单件重量(kg)	总计重量(kg)	备注
27		支承柱	4	45			
26	CXS-06-18	导套	4	A3	0.35	1.40	
25		推板导柱	4	A3	1.25	5.00	
24	CXS-06-16	推板	1	45	5.65	5.65	
23	GB 117—86	销钉	2	45	0.95	1.9	
22	GB 5782—86	螺钉	4	45	1.25	5.00	M12
21	CXS-06-15	复位杆	4	A3	0.85	3.40	
20	CXS-06-14	支承板	1	45	4.58	4.58	
19	CXS-06-13	隔水圈	1	橡胶			
18	CXS-06-12	凸模	2	T8A	2.30	2.30	
17	CXS-06-11	定模板	1	A3	10.30	10.30	
16	GB 117—86	销钉	2	A3	0.80	1.60	
15	GB 5782—86	螺钉	4	45	0.85	3.40	
14	CXS-06-10	隔水圈	1	橡胶			
13	CXS-06-09	凹模	2	T8A	2.35	2.35	
12	GB 5782—86	螺钉	4	45	0.015	0.06	M6
11		浇口套	1	T8A	5.45	5.45	
10	CXS-06-08	动模板	1	45	10.35	10.35	
9		定模座板	1	45	15.35	15.35	
8	CXS-06-07	导套	4	A3	0.85	3.40	
7	CXS-06-06	导柱	4	A3	2.35	9.40	
6	CXS-06-05	顶杆	12	A3	0.96	11.52	
5	CXS-06-04	拉料杆	1	A3	1.02	1.02	
4	CXS-06-03	垫块	2	45	7.02	14.04	
3	CXS-06-02	推杆压板	1	A3	4.68	4.68	
2	GB 5782-86	螺钉	6	45	0.015	0.09	M6
1	CXS-06-01	动模座板	2	45	15.44	15.44	

标记	处数	更改文件号	签字	日期

设计		标准化		图样标记		重量	比例
校对		审定				135.45	1:4
审核				共 页		第 页	
工艺		日期					

湖北工业大学

收音机盒注塑模

CXS-06-00

塑模的不完整表达

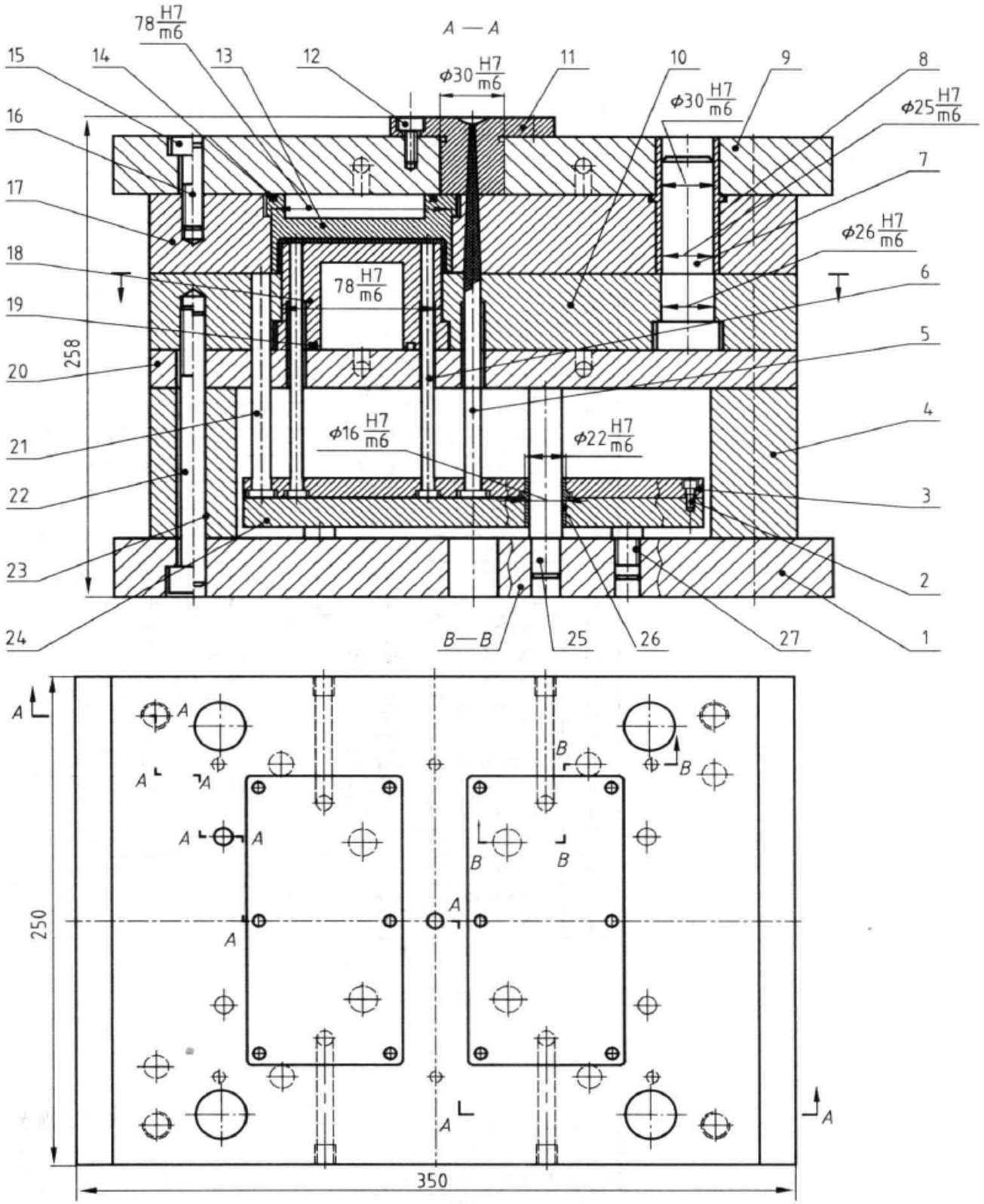
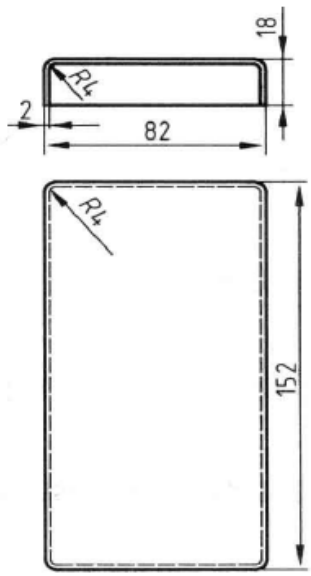

78 H7/m6
A — A
φ30 H7/m6
φ30 H7/m6
φ25 H7/m6
φ26 H7/m6
78 H7/m6
φ16 H7/m6
φ22 H7/m6
B—B
258
250
350
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

图 7-15 收音机盒注



制品材料：ABS

技术要求

1. 按图中结构，分别将凸、凹模装入动、定模后，在磨床上将其安装面磨成同一平面。
2. 安装隔水圈时可采用油脂暂时定位，隔水圈的压缩变形量为其断面的 1/4-1/3。
3. 试模时要仔细调节复位杆和顶杆，使顶杆与凸模顶面成为同一平面。

序号	代号	名称	数量	材料	单件	总计	备注
					重量(kg)		
27		支承柱	4	45			
26	CXS-06-18	导套	4	A3	0.35	1.40	
25		推板导柱	4	A3	1.25	5.00	
24	CXS-06-16	推板	1	45	5.65	5.65	
23	GB 117—86	销钉	2	45	0.95	1.9	
22	GB 5782—86	螺钉	4	45	1.25	5.00	M12
21	CXS-06-15	复位杆	4	A3	0.85	3.40	
20	CXS-06-14	支承板	1	45	4.58	4.58	
19	CXS-06-13	隔水圈	1	橡胶			
18	CXS-06-12	凸模	2	T8A	2.30	2.30	
17	CXS-06-11	定模板	1	A3	10.30	10.30	
16	GB 117—86	销钉	2	A3	0.80	1.60	
15	GB 5782—86	螺钉	4	45	0.85	3.40	
14	CXS-06-10	隔水圈	1	橡胶			
13	CXS-06-09	凹模	2	T8A	2.35	2.35	
12	GB 5782—86	螺钉	4	45	0.015	0.06	M6
11		浇口套	1	T8A	5.45	5.45	
10	CXS-06-08	动模板	1	45	10.35	10.35	
9		定模座板	1	45	15.35	15.35	
8	CXS-06-07	导套	4	A3	0.85	3.40	
7	CXS-06-06	导柱	4	A3	2.35	9.40	
6	CXS-06-05	顶杆	12	A3	0.96	11.52	
5	CXS-06-04	拉料杆	1	A3	1.02	1.02	
4	CXS-06-03	垫块	2	45	7.02	14.04	
3	CXS-06-02	推杆压板	1	A3	4.68	4.68	
2	GB 5782—86	螺钉	6	45	0.015	0.09	M6
1	CXS-06-01	动模座板	2	45	15.44	15.44	

标记	处数	更改文件号	签字	日期

设计		标准化		图样标记		重量	比例
校对		审定				135.45	1:4
审核							
工艺		日期		共 页		第 页	

湖北工业大学

收音机盒注塑模

CXS-06-00

第二节 模具零件图的要求及绘制方法

一、模具零件图要求

模具零件图是模具加工的重要依据，应符合如下要求。

1）视图要完整，但宜少勿多，以能将零件结构表达清楚为限。

2）尺寸标注要齐全、合理，且符合国家标准。

3）制造公差、形位公差、表面粗糙度选用要适当，既要满足模具加工质量要求，又要考虑尽量降低制模成本。

4）注明所用材料牌号、热处理要求以及其他技术要求。技术要求通常放在标题栏的上方。

5）标题栏格式各工厂可根据自己的需要，可参考 GB/T 10609.2—1989 中规定的内容、格式以及尺寸等执行。

二、模具零件图绘制方法

模具零件图的绘制是按模具装配图拆绘的。模具装配图中的非标准零件，均需分别画出零件图，一般的工作顺序也是先画工作零件图（即冲裁模中的凸、凹模，塑料模中的型腔等），再依次画其他各部分的零件图。有些标准零件需要再补充加工（如在上、下标准模板上加工螺孔、销孔等）时，也需画出零件图，但在此情况下，通常仅画出需要加工的部位，而非加工部位的形状和尺寸则可省去不画，只需在图中注明标准件代号与规格即可，如图 7-22 所示。对于无需再补充加工的标准件，如导柱、导套、定位销、螺钉、销钉、弹簧等，均不需再画零件图，只在装配图明细表中注明标准件代号与规格即可。

由此易见，选用较多的标准件，对于简化模具设计、缩短模具制造周期、稳定模具加工质量、方便模具维修等方面，无疑会取得良好的效果。

绘制模具零件图时，需要强调指出以下几点。

1）除轴、盘类回转体零件外，其他零件应尽量按其在装配图中的装配方位画出，尤其对于带有不对称多孔的板状零件更是如此（见图 7-20），不要任意旋转或颠倒（见图 7-21），以防画错或读错，影响模具图审核及模具装配，造成不必要的麻烦。

2）装配图中有尺寸关联的零件，应尽量集中标注尺寸及公差，以防出错。例如各孔的中心距尺寸、配合尺寸及工作零件的刃口尺寸等。

3）在对零件图的视图、尺寸标注、配合公差、形位公差、表面粗糙度等检查认为无误后，再填写有关技术要求和标题栏内容。

三、零件图实例

1. 回转体类零件应以加工位置来考虑主视图的布置

图 7-11 中的浇口套 6 属回转体类零件，应以加工位置将轴线水平横放的主视图

来表达零件的主体结构，见图 7-18。而不应以其在装配图中的垂直方位来考虑主视图的布置，见图 7-19。

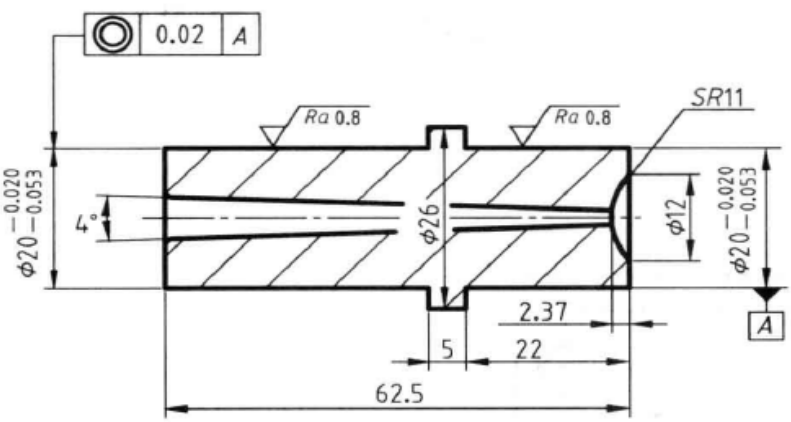


图 7-18　浇口套水平横放的零件图

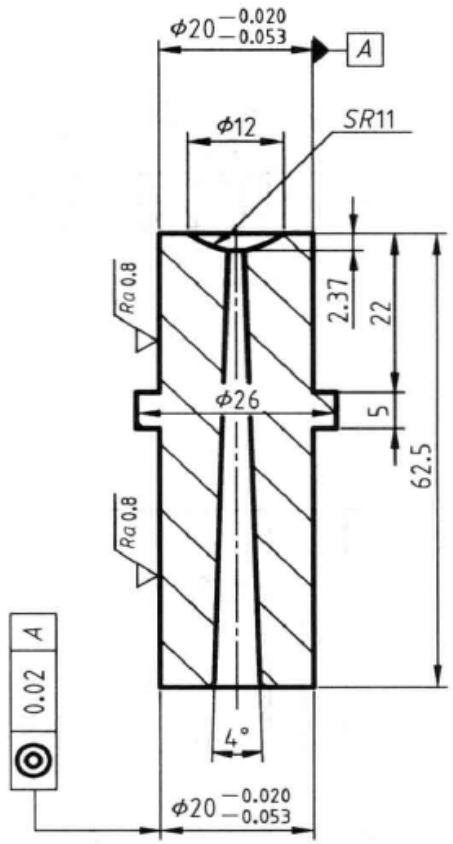


图 7-19　浇口套垂直竖放的零件图

2. 非回转体类零件应尽量按其在装配图中的装配方位画出

图 7-6 中的定模座板 1 属非回转体类零件，布置主视图时应尽量按其在装配图中的装配方位来表达零件的主体结构，见图 7-20；而不应以图 7-21 改变其在装配图中的装配方位来表示，因零件图中零件的摆放方位与其在装配图中的装配方位不相符，会给模具图审核及模具装配带来不便。

3. 需要补充加工的标准零件，只需标出加工尺寸

图 7-22 是图 7-17 级进模的下模座零件图，由于采用的是标准模架，模板上的两导套孔已被模架制造商加工出来了，因此，设计模板的加工尺寸时，不必对模板的导套孔的定形和定位尺寸又重新标注，仅需对凸模固定板的连接尺寸进行标注即可。如图中标出了两销孔 2 × φ10、六个螺钉联接孔 6 × φ10/⌴ φ15 ↧9、四个通孔 4 × φ16 以及模柄安装孔 φ34 等的定形和定位尺寸外，其他尺寸都可不标。而图7-23又将模板的两导套再次标出，是不正确的。

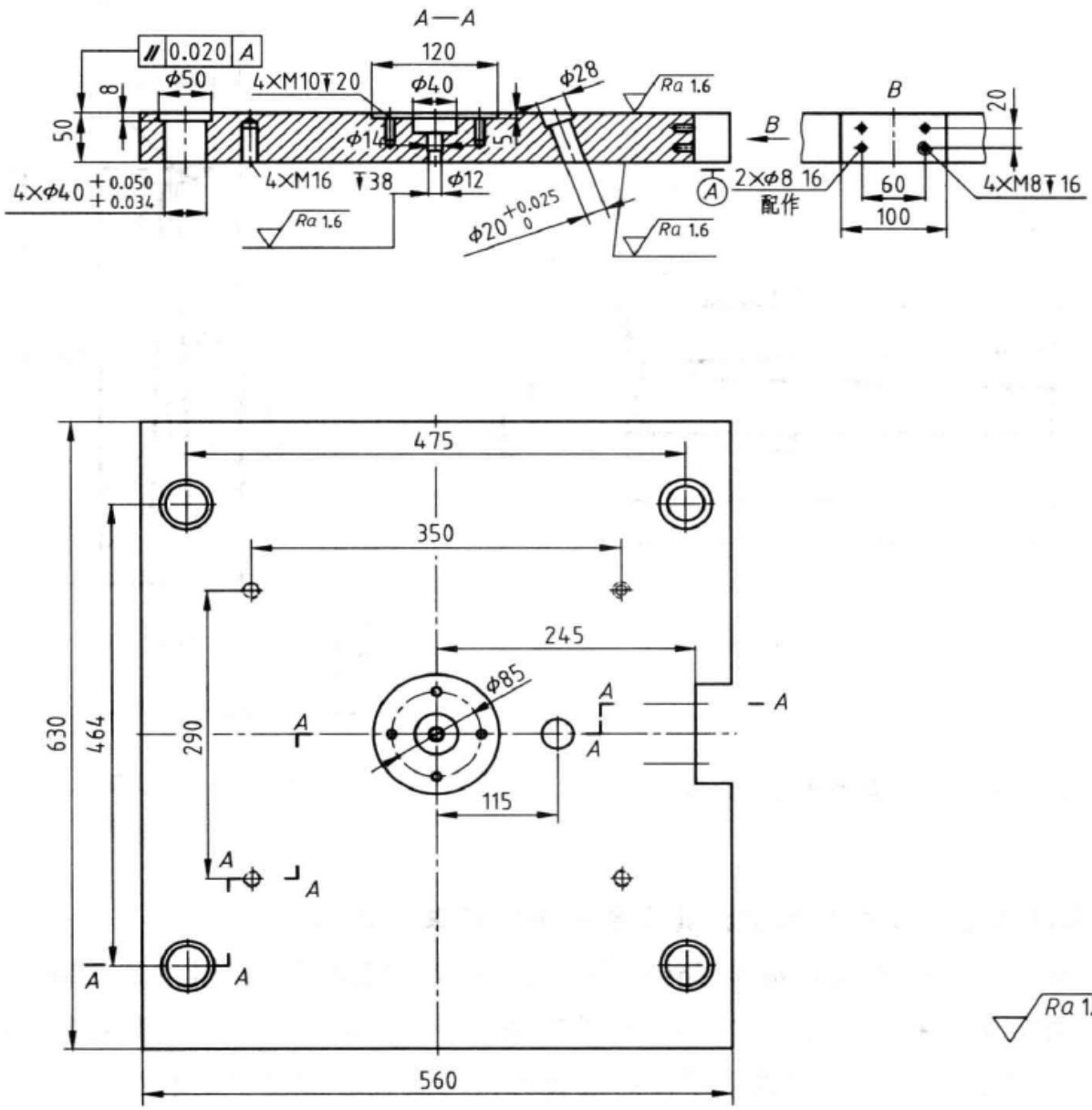


图 7-20 主视图按原方位表达的定模座板零件图

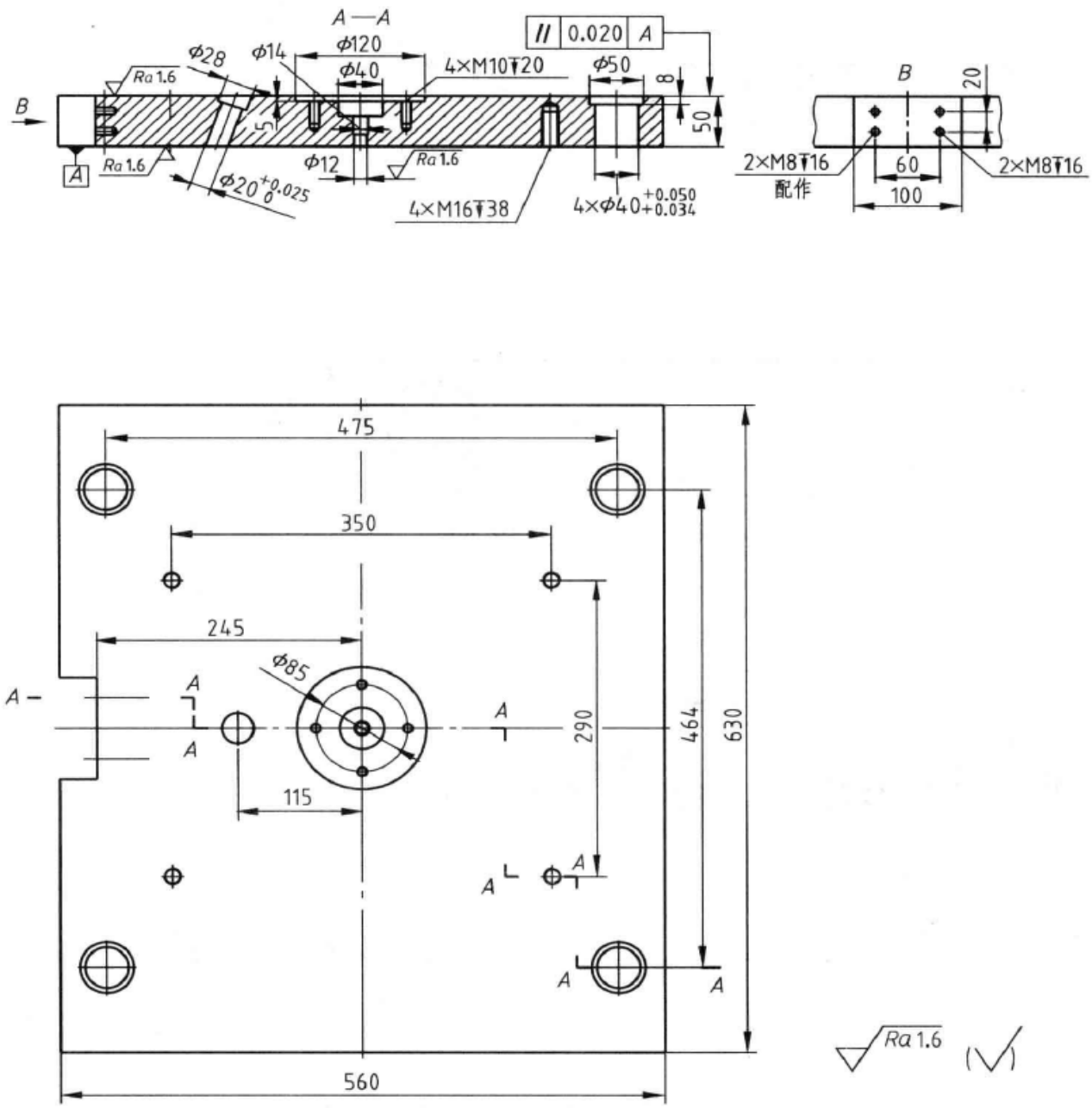


图 7-21　主视图改变了原方位表达的定模座板零件图

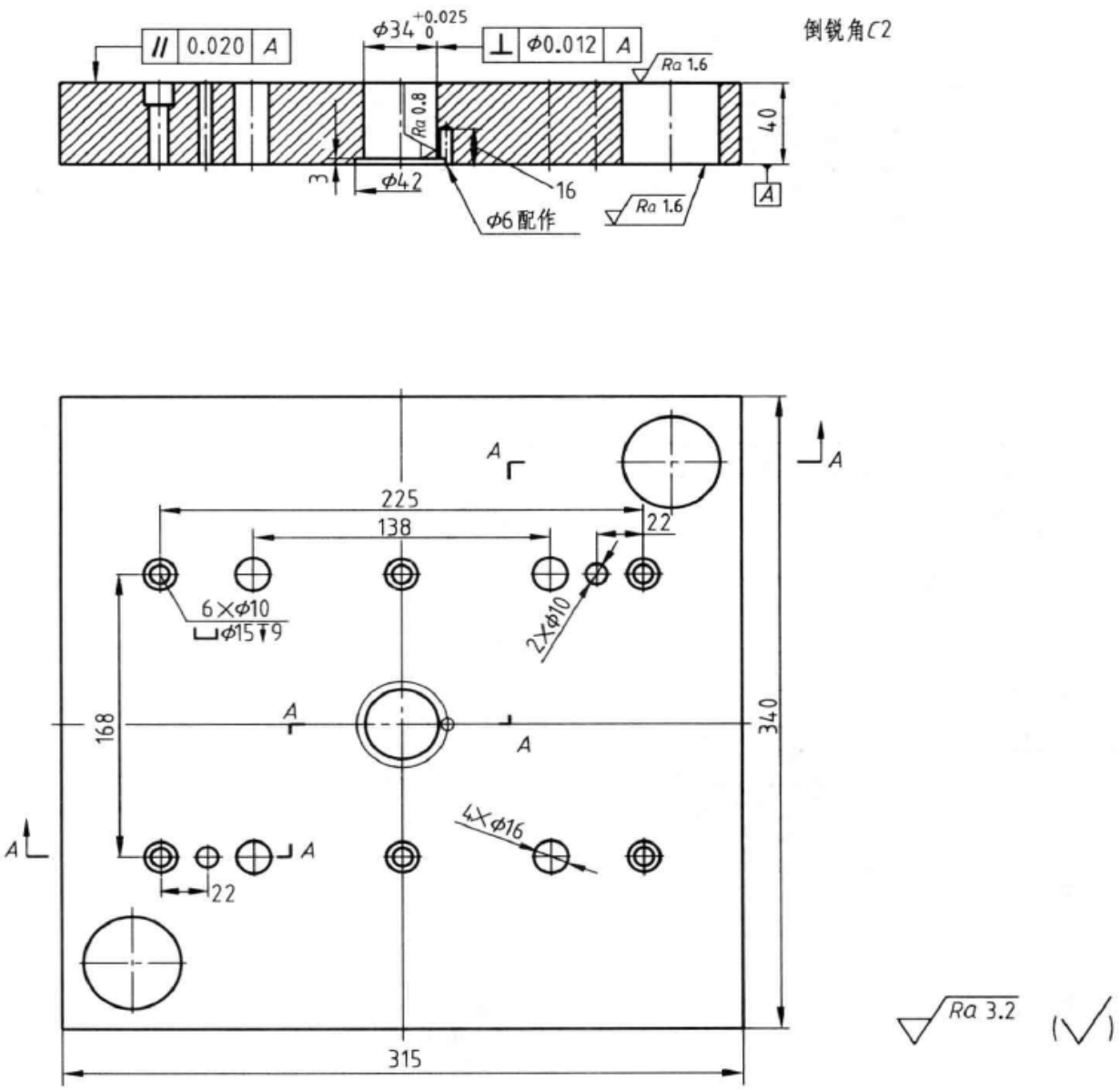


图 7-22 下模座零件图的正确尺寸标注

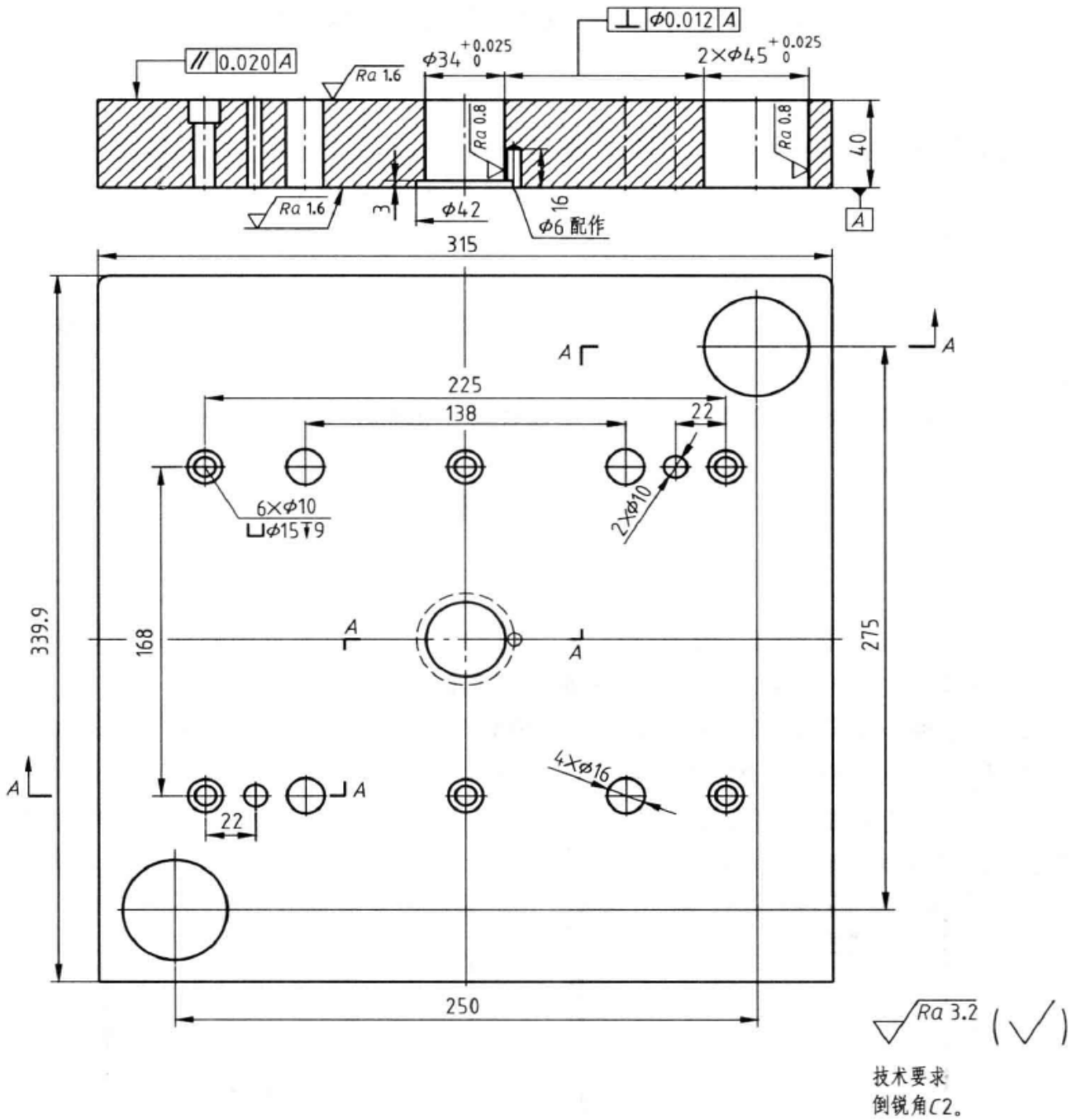


图 7-23　下模座零件图的不正确尺寸标注

第八章　化工设备图

化工设备是指那些用于化工生产单元操作(如合成、分离、过滤、吸收、澄清等)的装置和设备,是化工生产的重要技术装备。用来表示化工设备结构形状、技术特性、各零部件之间的装配关系以及必要的尺寸和制造、检验等技术要求的图样称为化工设备装配图,简称化工设备图。

由于化工设备有其独特性,因此化工设备图除了要遵守国家技术制图相关标准外,还须遵守国家石油和化学工业局于2001年颁布的化工行业标准《化工设备设计文件编制规定》(HG/T 20668—2000)。该规定全面代替了旧标准CD130A20—1986。

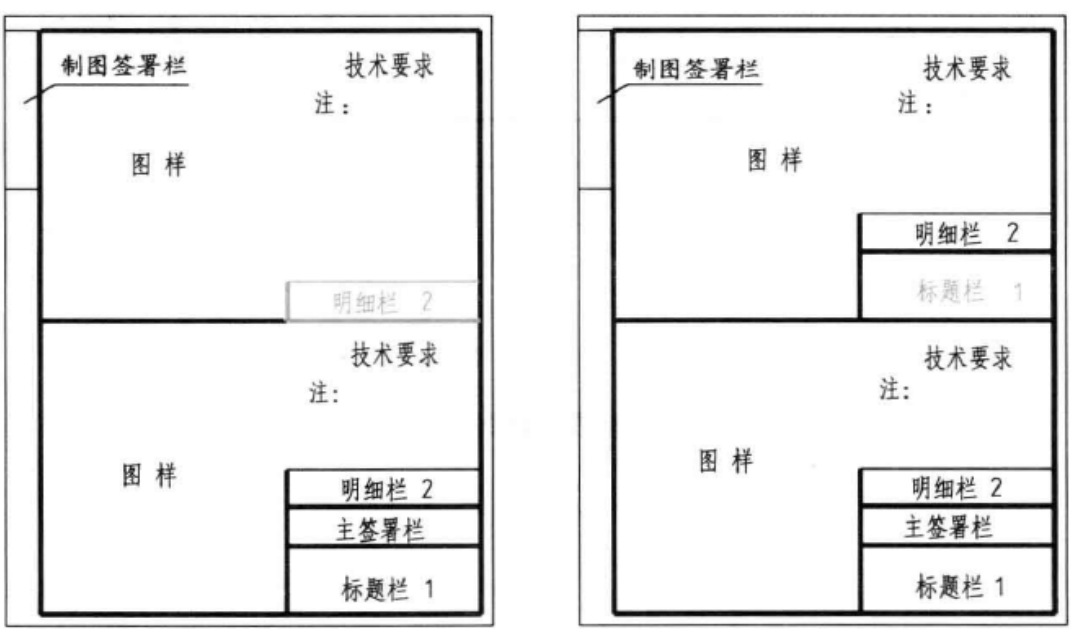
第一节　基　础　篇

一、图幅

化工设备图所用图幅一般为A1。A1、A2、A3、A4加长加宽的幅面尽量不用。除此之外,在使用上与机械制图有一些区别,主要如下。

1)为了便于装订成册,A3幅面不允许单独竖放;A4幅面不允许横放;A5幅面不允许单独存在,必须和其他图组合成一张大图。

2)不单独存在的图样组成一张图时,只画出一个标题栏,每一图样的明细栏内"所在图号"为同一图号,如图8-1a所示。图8-1 b的错误在于每个图样中都分别画



a) 正确　　b) 错误

图8-1　不单独存在的图样只画一个标题栏

了标题栏。

二、文字、符号、代号及其尺寸

1. 字体

字体应符合 GB/T 14691—1993 规定，但在 GB/T 14691—1993 中字母和数字分有 A 型和 B 型，还有直体与斜体，而化工图中，拉丁字母（英文字母）、阿拉伯数字、罗马数字都用 B 型直体。

2. 计量数字的标注

计量结果一般有数字，还有单位，数字可能包含误差范围，标注格式为“计量主数字 + 误差　计量单位”。计量单位不可省略，并且由于计量主数字与误差具有相同的计量单位，因此计量单位只写一次，如下例。

下列数字应写为：	不应写为：
20 ±2℃	20℃ ±2℃
0.65 ±0.05	0.65 ±.05

3. 质量数字

零部件的质量一般精确到小数点后一位。特殊的贵重金属材料，小数点后的位数应视材料的价格而确定。

设备的净质量、空质量、操作质量、充水质量等均以 0 和 5 结尾。一般大于 1 进为 5，大于 6 进为 10。

下列数字应该写为：	不应该写为：
115	111
120	116

对于质量小，数量不足以影响设备造价的普通材料的小零件，其质量可不填写，在明细栏的质量栏中以斜细实线表示。

三、焊缝符号

焊缝放大图的标注中，箭头应指向焊缝的正表面，而非背面。图 8-2b 中的标注是错误的，图 8-2a 是正确的。对装配图而言，其字体尺寸为 3 号，框格边长为 3.5mm。

四、尺寸、件号的标注

尺寸标注除了要符合国家标准《机械制图　尺寸注法》（GB/T 4458.4—2003）中的规定外，有些结构的标注还有其特点。

1. 封头上接管的伸出长度

封头上的接管伸出长度以封头切线为基准，如图 8-3a 所示。图 8-3b 接管伸出长度以封头端面为基准标注，是常见错误画法。

2. 倾斜卧式容器尺寸的标注

在倾斜卧式容器的尺寸标注中，接管伸出长度是相对水平基准线进行标注，如图 8-4a 所示。图 8-4b 以容器中心线进行标注是错误的。

3. 弯管半径标注

弯管半径应标注在弯管的中心线上，而不能注在内侧或外侧上，正确画法如图8-5a所示。图8-5b错误在于箭头指向弯管的外侧；图8-5c错误在于箭头指向弯管的内侧。

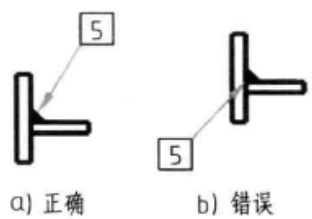


图8-2 箭头应指向焊缝的正表面

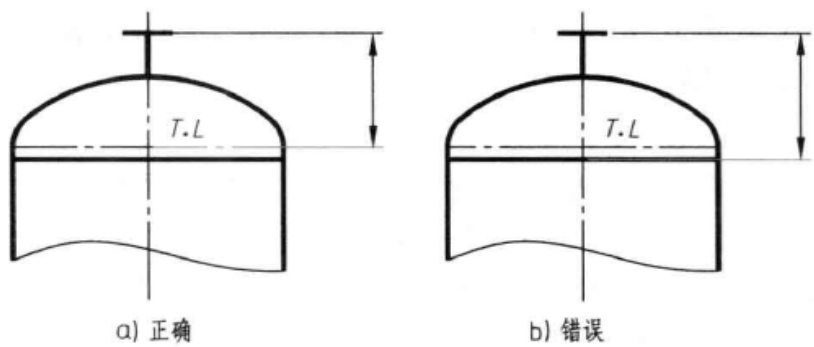


图8-3 封头上接管伸出长度的标注

4. 件号标注

件号应尽量编排在主视图上，并由其左下方开始，按件号顺序顺时针整齐地沿垂直方向或水平方向排列，可布满四周，但应尽量编排在图形的左方和上方，并安排在外形尺寸线的内侧。若有遗漏或增添的件号，应编排在外圈，以达到醒目的目的，如图8-6a所示。图8-6b中的错误有两处，一是右边的序号没有安排在外形尺寸的内侧，另一个错误是遗漏添补的序号19和20与正常编写的序号放在相同的一圈，而没有放在外圈。

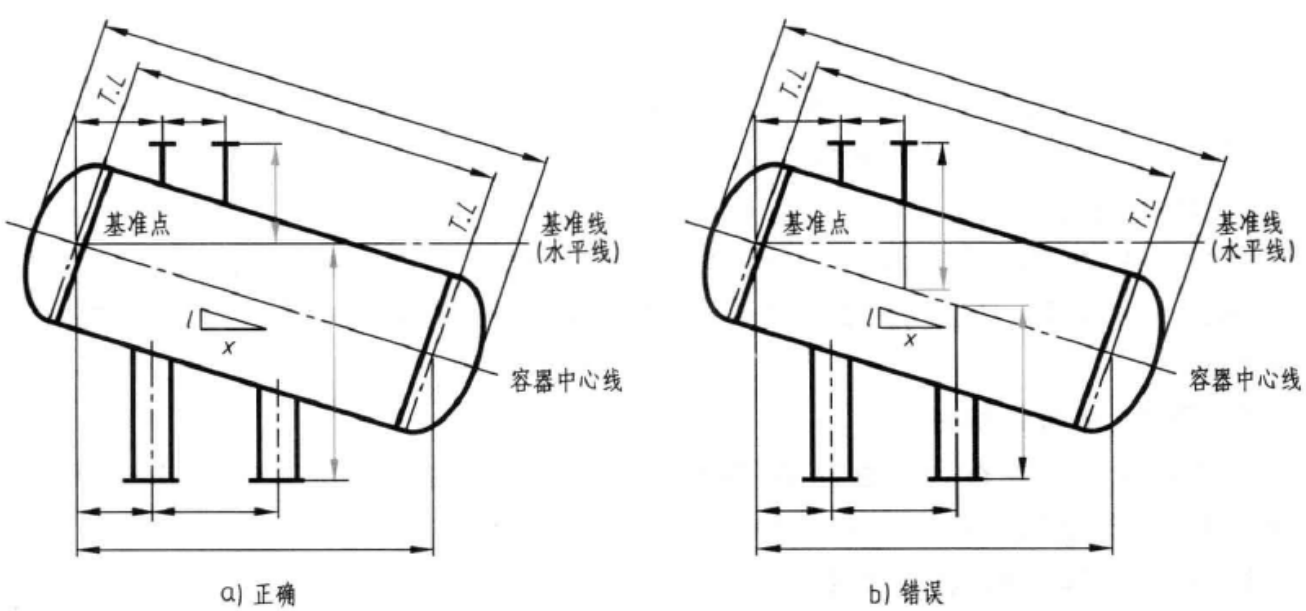
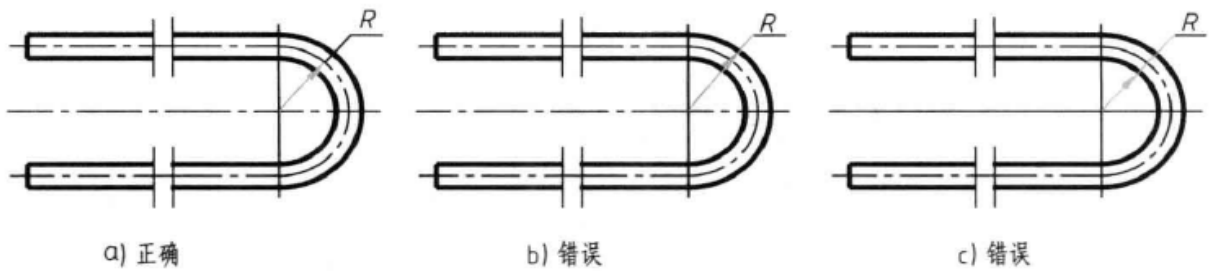


图8-4 倾斜卧式容器接管伸出长度的标注

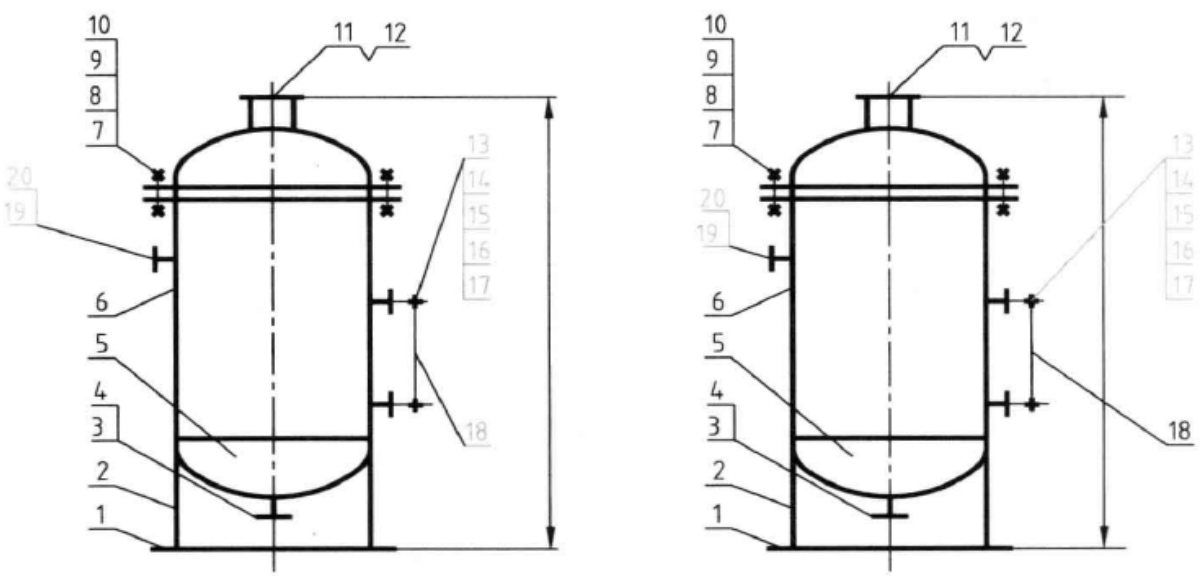
五、表格的绘制及填写

化工设备图中通常包含有一些表，如设计数据表、管口表、明细栏、质量及盖章栏、主签署栏、标题栏等。无论何种表，表与栏的边框线均为粗线，但其内的分格线则



a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 8-5　弯管半径标注



a) 正确　　b) 错误

图 8-6　件号的标注

应为细线。应注意的是化工设备图分为两种：工程图与施工图。工程图是表示设备的化工工艺特性、使用特性、制造要求的图样，它依据工艺数据表编成，用于基础设计审核、设备询价、订货和制造，以及向相关专业提出设计条件。施工图是供设备制造、安装、生产使用的图样。在工程图与装配图上，性质相同的表，其表格的尺寸可能会不一致。

在众多的表中，尤其需要注意管口表的填写。管口表的内容、格式如图 8-7a 所示（该表格尺寸是按工程图管口表尺寸画的，如果是施工图，则表格尺寸需按施工图用的尺寸来画）。注意事项如下。

1）线型：边框线为粗线，其余均为细线（其他表也均如此）。

2）填写顺序：管口表中的符号栏里，按英文字母的顺序由上而下填写，这与明细栏的填写方向相反。

3）当管口规格、连接标准、用途完全相同时，可合并成一项填写如 $F_{1\text{-}3}$。

图 8-7b 中的错误有三个：边框为细实线；填写顺序不是自上而下，而是自下而上；符号 F_1、F_2、F_3 的规格、连接标准、用途完全相同，不应该逐个单独填写。

填写顺序

管口表							
符号	公称直径	公称压力	连接标准	法兰型式	连接面型式	用途或名称	设备中心线至法兰面距离
A	250	2	HG20615	WN	平面	气体进口	660
B	600	2	HG20615	/	/	人孔	见图
C	150	2	HG20615	WN	平面	液体进口	见图
D	50×50	/	/	/	平面	加料口	660
E	椭300×200	/	/	/	/	手孔	见图
F_{1-3}	15	2	HG20615	WN	平面	取样口	见图
G	20		M20		内螺纹	放净口	见图
H	20/50	2	HG20615	WN	平面	回流口	见图

a) 正确

管口表							
符号	公称直径	公称压力	连接标准	法兰型式	连接面型式	用途或名称	设备中心线至法兰面距离
H	20/50	2	HG20615	WN	平面	回流口	见图
G	20		M20		内螺纹	放净口	见图
F_3	15	2	HG20615	WN	平面	取样口	见图
F_2	15	2	HG20615	WN	平面	取样口	见图
F_1	15	2	HG20615	WN	平面	取样口	见图
E	椭300×200	/	/	/	/	手孔	见图
D	50×50	/	/	/	平面	加料口	660
C	150	2	HG20615	WN	平面	液体进口	见图
B	600	2	HG20615	/	/	人孔	见图
A	250	2	HG20615	WN	平面	气体进口	660

b) 错误

图 8-7 管口表的填写

六、布图

1. 局部放大图

1)当放大图数量大于1时,应按其顺序号在图中空白处从左到右,从上到下,依次整齐排列。

2)在视图中放大图顺序号应从视图的左下到左上到右上到右下顺时针方向依次排列。

2. 零件数量少的设备,装配图(或部件图)可与零部件图合绘在一张图样上

1)化工设备装配图一般不与其零、部件画在同一张图样上,但对部件简单,零件数量少的设备,允许将其零、部件图和装配图安排在同一张图样上,此时图样应不超过1号图幅,装配图应安排在图样的右方。

2)部件及其所属零件的图样,应尽可能画在同一张图样上。此时部件图应安排

在图样的右下方或右方。

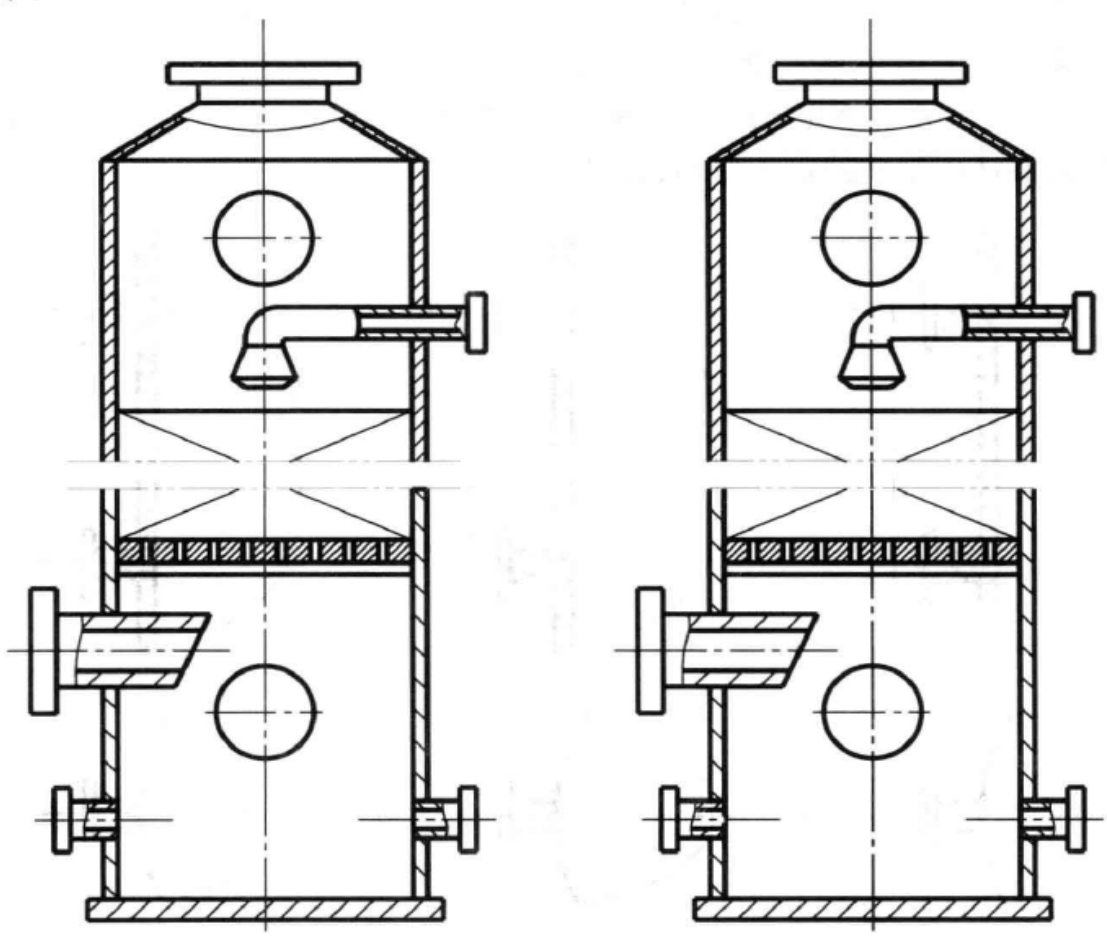
3)同一设备的零、部件图样,应尽量编排成 A1 图幅。若干零、部件图需安排成两张以上图样时,应尽可能将件号相连的零件图或加工、安装、结构关系密切的零件图安排在同一张图样上,在有标题栏 1 的图样右下角不得安排 4 号幅面的零件图。

第二节　化工设备简化画法

化工设备图的绘制也应遵循国家技术制图的相关规定,但由于设备结构的独特性,其表达方法也有特殊性。

一、较长设备的断开表示法

较长(或较高)的设备,其沿长度(或高度)方向部分的结构形状相同或按规律变化或重复时,可采用断开画法。即用细双点画线将设备沿重复结构或相同结构处断开,使图形缩短,简化作图,节省图幅,如图 8-8a 所示为在填料塔的填料层处采用断开画法。图 8-8b 的错误在于:双点画线线宽等同于粗实线;双点画线两端应该略微超出壳体。



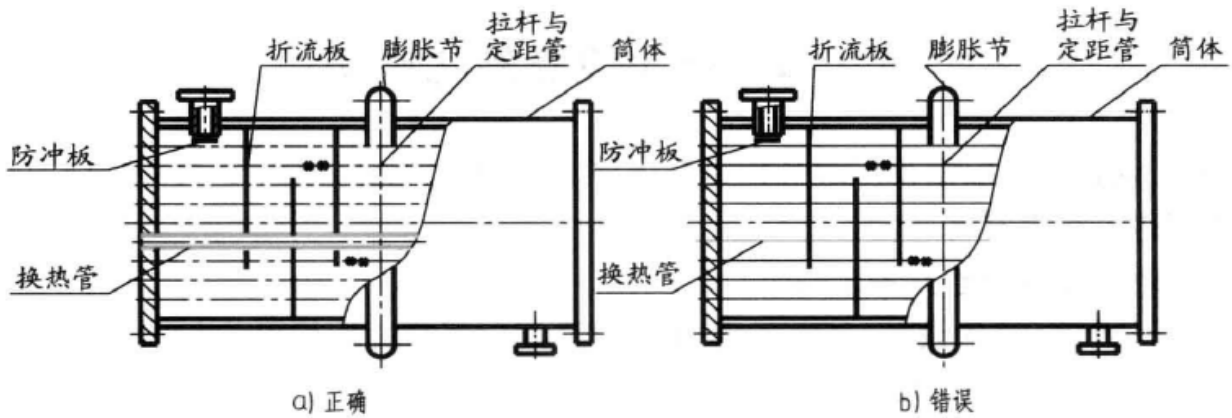
a) 正确　　b) 错误

图 8-8　较长设备的断开表示法

二、重复结构的简化画法

1. 密集且按规律排列的管子

某些化工设备中有一些密集的按规律排列的管子(如列管式换热器中的换热管),可用细点画线表示管子的排列规律,但至少要画出其中一根管子,如图 8-9a 所示。图 8-9b 的错误在于:管子的中心线画成了细实线;此外一根管子也没画。

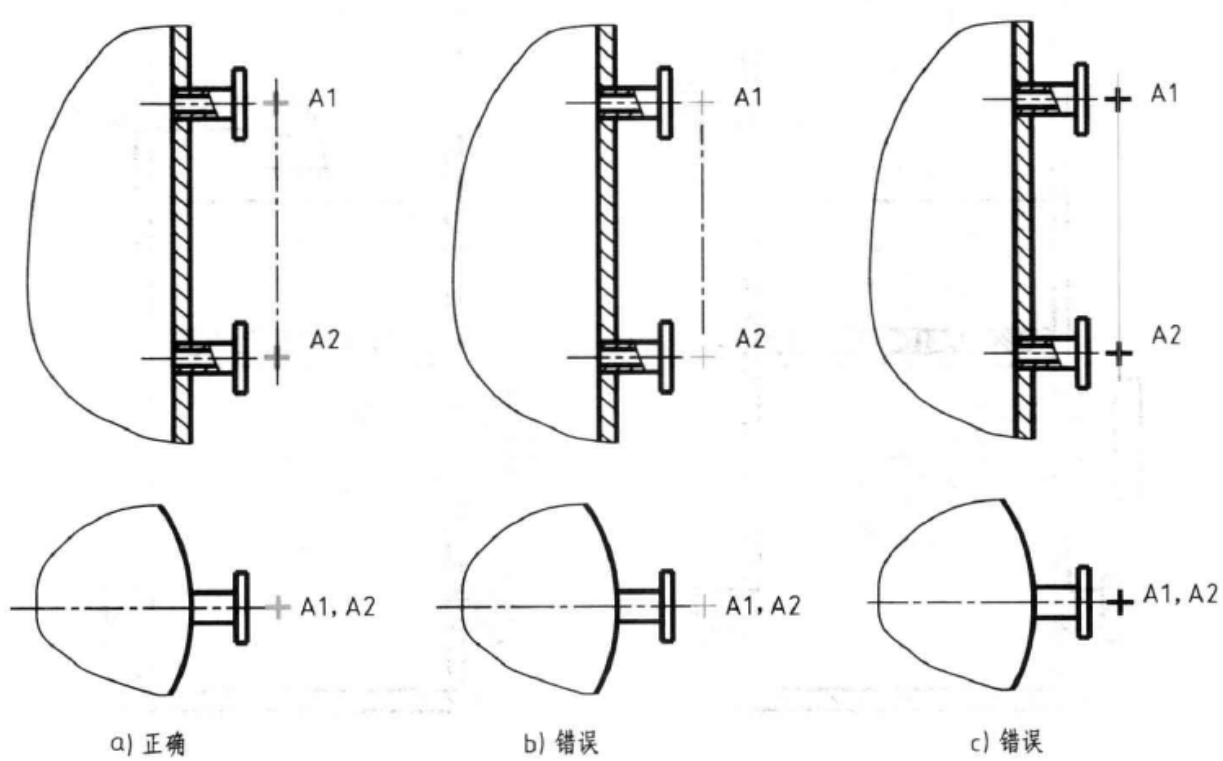


a) 正确　　b) 错误

图 8-9　密集且按规律排列的管子

2. 液面计的简化画法

化工装配图中带有两个接管的液面计可用点画线示意表达,并用粗实线画出“+”符号表示其安装位置。图 8-10a 所示为立式容器中带有双接管的单组液面计的简化画法。图 8-10b 中的错误在于“+”符号画成了细实线,图 8-10c 的错误在于两个接管的液面计用细实线而不是点画线。



a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 8-10　单组液面计的简化画法

图 8-11a 为立式容器中双组液面计的简化画法，用细点画线将同组液面计连起来。图 8-11b 中错误为：A1、A2 没有连起来；A3、A4 虽然连起来了，但线型用的是细实线，而不是细点画线。

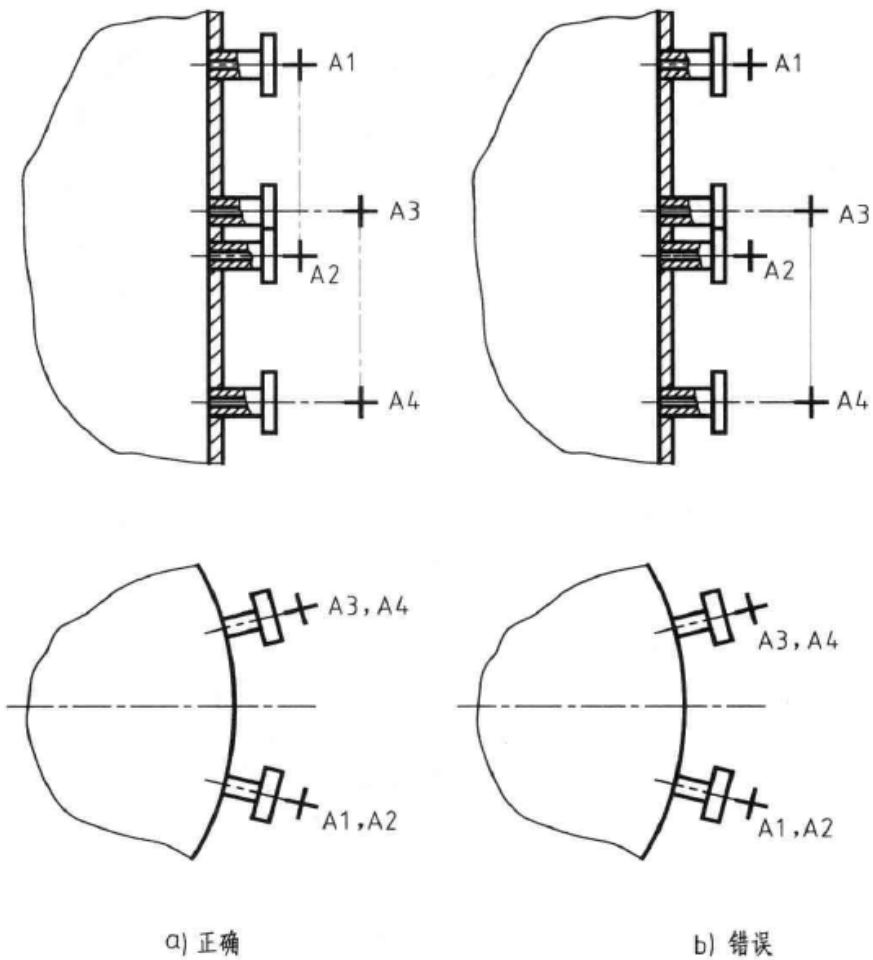


图 8-11　双组液面计的简化画法

3. 螺栓孔和螺栓联接

在化工设备图中，螺栓孔可省略圆孔的投影，但孔的中心线和轴线不能省略，如图 8-12a 所示。图 8-12b 中的错误在于主视图上没有画出孔的轴心线。

螺栓联接可用符号“×”和细点画线表示。为了醒目起见，符号“×”应画成粗实线。若量多且均布时，可只画几个符号表示其分布方位，如图 8-13a 所示。图 8-13b中的错误在于符号“×”画成了细实线，螺栓的轴心线也画成了细实线；图 8-13c的错误在于把螺栓联接画成了螺栓孔，没有画符号“×”。正确画法参见图 8-13a。

4. 多孔板上按规律分布的孔

按规律分布的孔可简化，如图 8-14a 所示，用粗实线表示钻孔范围线，用交叉的细实线表示孔的圆心位置。图 8-14b 中的错误在于：表示圆心位置的交叉线不是细实线，而是点画线；图 8-14c 中的错误在于钻孔范围线画成了细实线。

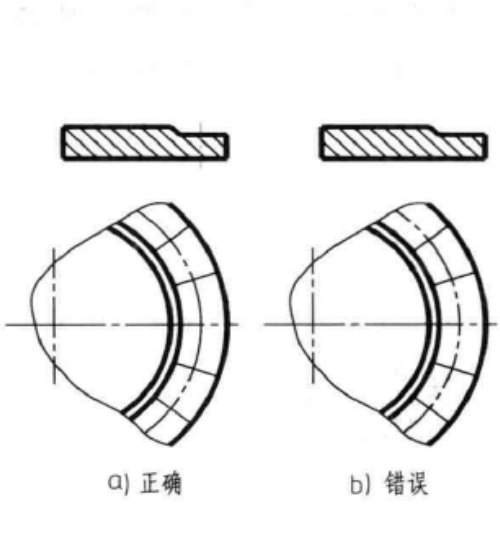


图 8-12 螺栓孔简化画法

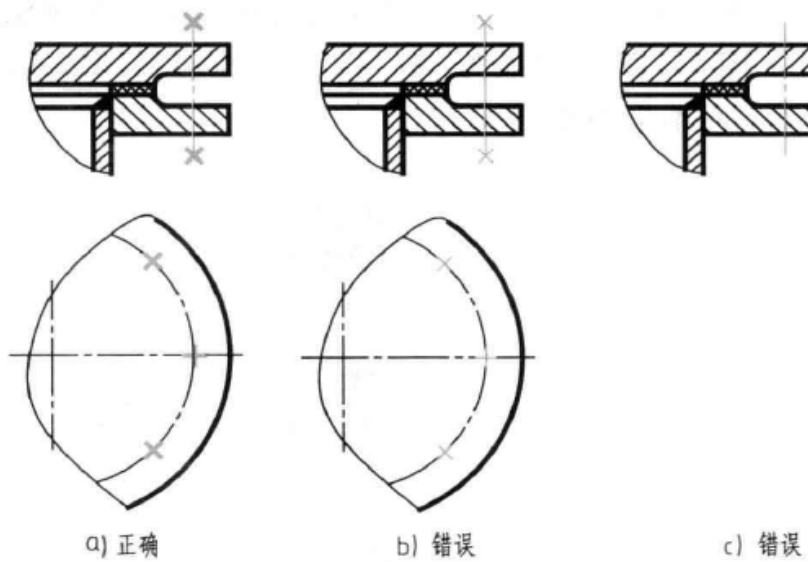


图 8-13 螺栓联接简化画法

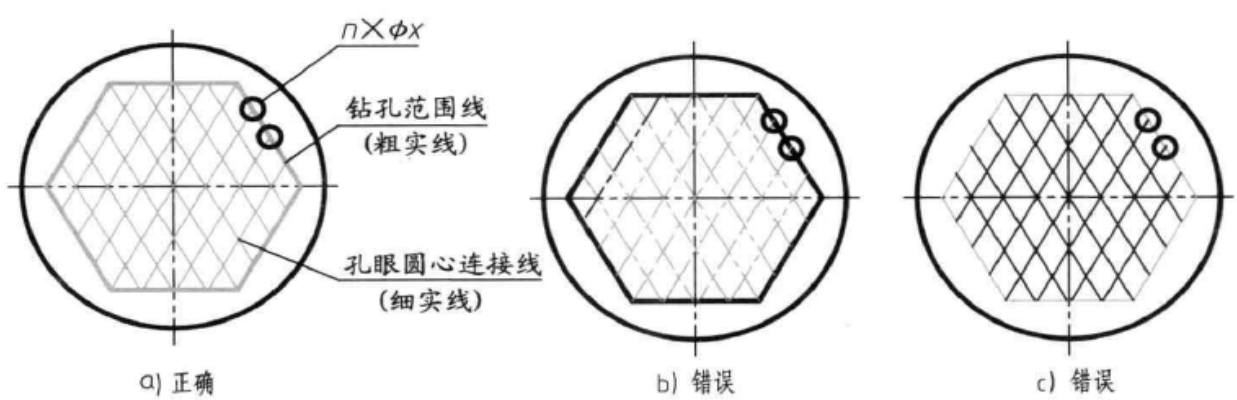


图 8-14 多孔板上按规律分布的孔

5. 填充物的简化画法

设备中相同规格、材料和堆放方法也相同的填充物，可用相交的细实线简化表示，并用有关尺寸和文字说明填充物、填充方式和填充的范围大小，如图8-15a所示。图 8-15b 中的错误在于相交的实线画成了粗线，另外还缺少必要的文字说明。

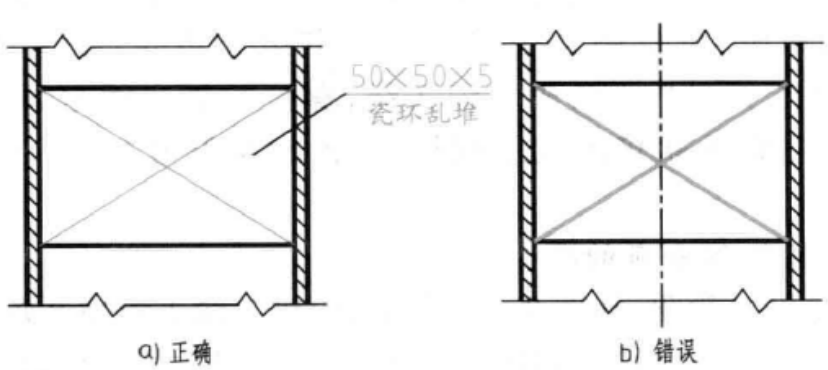
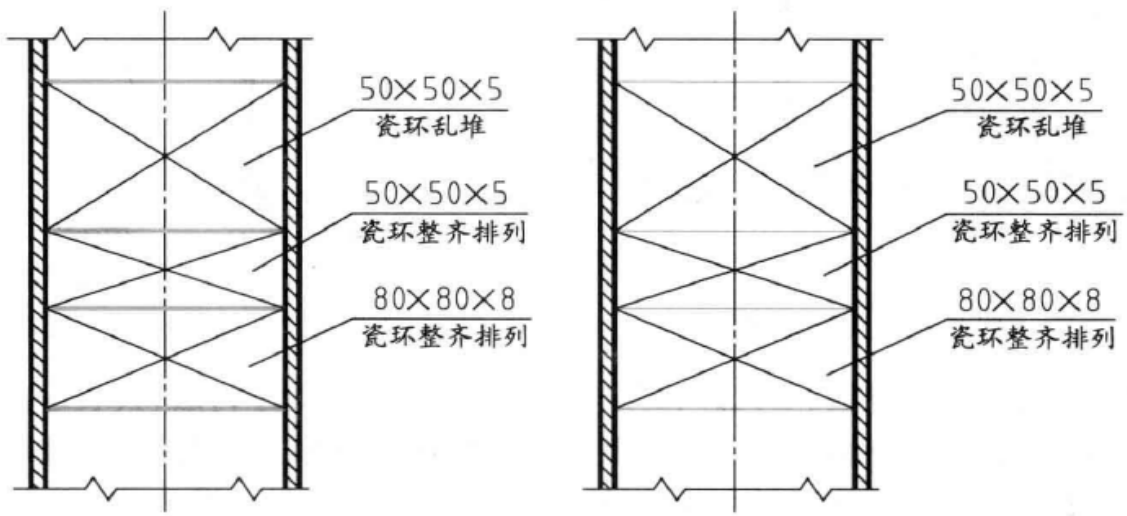


图 8-15 添充物的简化画法一

相同材料但不同规格，或规格相同但堆放方法不同的填充物须分层表示，分层线应该为粗实线，如图 8-16a 所示为正确画法。图 8-16b 中的错误是将分层线画成了细线。

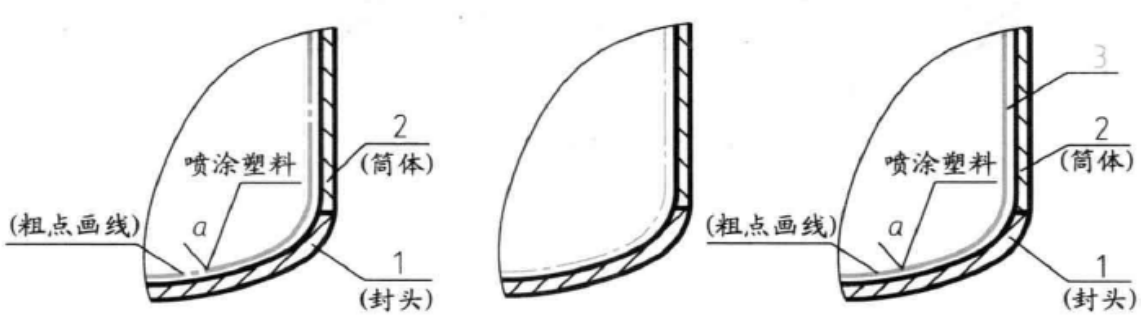


a) 正确　　b) 错误

图 8-16　添充物的简化画法二

6. 衬层和涂层的表达方法

（1）薄涂层　薄涂层是指在基层上喷镀耐腐蚀的金属材料、塑料、搪瓷、油漆等，表达方法如图 8-17a 所示：在涂层表面绘制与表面轮廓线平行的粗点画线，并注写出涂层材料；图中薄涂层不编序号，详细要求可以写入技术要求中。图 8-17b 中的错误在于把粗点画线画成了细点画线。图 8-17c 中的错误有两处：一是表示薄涂层的线型画成了粗实线；二是薄涂层编写了零件序号 3。



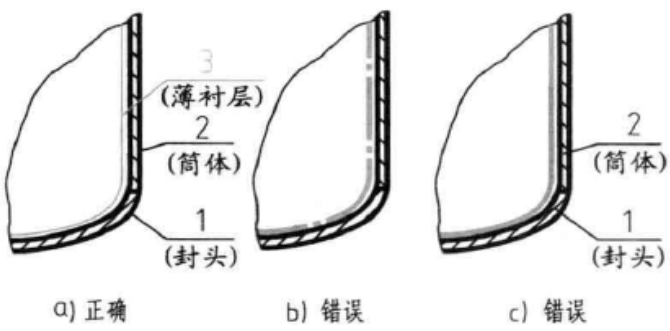
a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

图 8-17　薄涂层简化画法

（2）薄衬层　当设备内衬金属套、橡胶、聚氯乙烯薄膜和石棉板时，在图中用细实线画出。如图 8-18a 所示。薄衬层必须编写零件序号，并在明细表的备注栏中注明层数、材料及厚度。图 8-18b 中的错误在于把表示薄衬层的细实线画成了粗点画线，与薄涂层的画法混淆了。图 8-18c 中的错误有两处：一是表示薄衬层的线型画成了粗实线，而不是细画线；二是漏标了薄衬层的序号。

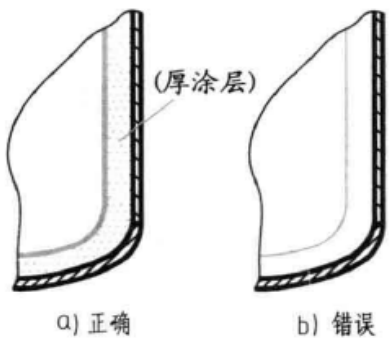
（3）厚涂层　各种胶泥、混凝土等厚涂层的表达方法如图 8-19a 所示，图8-19b

中错误有两处：一是厚涂层不是用粗实线绘制，而是用细实线；二是厚涂层的剖面区域没有画剖面符号。



a) 正确　　b) 错误　　c) 错误

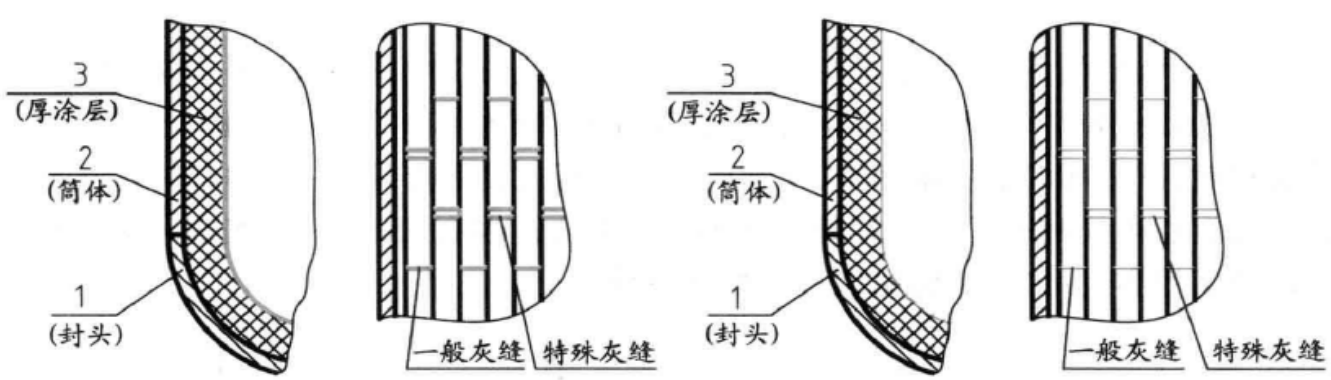
图 8-18　薄衬层简化画法



a) 正确　　b) 错误

图 8-19　厚涂层简化画法

（4）厚衬层　塑料板、耐火砖、耐酸板、辉绿岩板之类的厚衬层，其表达方法如图8-20a所示。厚衬层轮廓线为粗实线，其剖面区域用相交细实线表示，并用局部放大图来详细表示衬层的结构和尺寸；对厚衬层，图中须编写序号。图8-20b中的错误如下：主视图中，厚涂层的轮廓线画成了细实线，这是薄衬层而不是厚衬层的画法；局部放大图中，灰缝画成了细实线。



a) 正确　　b) 错误

图 8-20　厚衬层简化画法

参考文献

[1] 石瑛玉，许维曦. 机械设计图常见错误——正误600例[M]. 上海：上海交通大学出版社，1993.

[2] 周遐余，刘会英，王颖. 机械制图正误剖析与训练[M]. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社，1997.

[3] 吴永键. 机械图正误分析手册[M]. 北京：宇航出版社，1989.

[4] 吴永键，董国耀. 机械图尺寸的合理标注[M]. 北京：国防工业出版社，1990.

[5] 刘朝儒，彭福荫，高政一. 机械制图[M]. 北京：高等教育出版社，2001.

[6] 叶玉驹，焦永和，张彤. 机械制图手册[M]. 4版. 北京：机械工业出版社，2008.

[7] 赵汝嘉，陈桦，王建文. 机械加工工艺手册[M]. 北京：机械工业出版社，2003.

[8] 张世昌，李旦，高航. 机械制造技术基础[M]. 北京：高等教育出版社，2001.

[9] 童幸生，徐翔，胡建华. 材料成形及机械制造工艺基础[M]. 武汉：华中科技大学出版社，2002.

[10] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 1182—2008 产品几何技术规范(GPS)几何公差 形状、方向、位置和跳动公差标注[S]. 北京：中国标准出版社，2008.

[11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，中国国家标准化管理委员会. GB/T 131—2006 产品几何技术规范(GPS) 技术产品文件中表面结构的表示法[S]. 北京：中国标准出版社，2007.

[12] 国家石油和化学工业局. HG/T 20668—2000 化工设备设计文件编制规定[S]. 北京：化学工业出版社，2005.